HAND-BOOK OF NATURAL PHILOSOPHY

IN

BENGALI

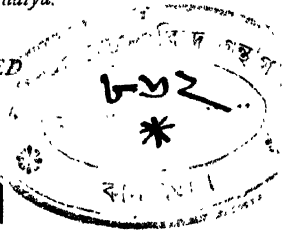
BY

MAHENDRA NATH BHATTACHARJYA, M. A., B. L.

Registrar, College of Pandits, Nadiya.

Fifteenth Edition.

REVISED & ENLARGED

পদার্থ বিদ্যা।

নবদ্বীপ সংস্কৃত বিদ্যা-বিবর্দ্ধিনী বিদগ্ধ-জননী সভার

সম্পাদক

শ্রীমহেন্দ্র নাথ বিদ্যারণ্য ভট্টাচার্য্য, এম্ এ, বি এল্,

প্রণীত।

পঞ্চদশাঙ্কন।

সংশোধিত ও সংবর্দ্ধিত।

"অনেকসংশয়োচ্ছেদি পরোক্ষার্থস্য দর্শনম্।
সর্ব্বস্য লোচনং শাস্ত্রং যস্য নাস্ত্যন্ধ এব সঃ॥"

Calcutta:

HARE PRESS.

1899.

TO

THE HON'BLE
SIR GEORGE CAMPBELL
K. C. S. I., D. C. L.
LIEUTENANT GOVERNOR OF BENGAL:
&c. &c. &c.

May it Please Your Honor :—

I have endeavoured in this little work to convey to the Bengali Student, in plain and simple language, the elementary facts of Natural philosophy; and to whom can I inscribe it with more propriety than to that eminent statesman whose administration of these provinces will ever be remembered for the introduction of a systematic course of instruction in the Practical Sciences into the schools and colleges of Bengal.

I am
Your Honor's
Most Obedient and Humble Servant
MAHENDRA NATH BHATTACHARJYA.

Calcutta, March 1874.

বিজ্ঞাপন।

বাঙ্গালা ছাত্রবৃত্তি পরীক্ষায় "ন্যাচরাল ফিলসফি" ও "ফিজিকাল সায়েন্স" পাঠ্য বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হইয়াছে। এবং বিশ্ব-বিদ্যালয়ের কর্ত্তৃপক্ষীয়েরা মধ্যম শ্রেণী পরীক্ষায় "স্থিতিবিজ্ঞান" "বারিবিজ্ঞান" ও "বায়ুবিজ্ঞান" পাঠ্য বলিয়া ধার্য্য করিয়াছেন। এই সকল বিষয়ে বাঙ্গালা ভাষায় কোন ভাল পুস্তক না থাকাতে কিয়দ্দিবস অতীত হইল উল্লিখিত শাস্ত্র সংক্রান্ত স্থূল স্থূল তত্ত্ব সকল সঙ্কলন করিয়া মৎপ্রণীত "পদার্থ দর্শন" নামক গ্রন্থের এক নূতন সংস্করণ প্রচার করি। কিন্তু অল্প বয়স্ক বালক বৃন্দের পক্ষে সেই খানি কিঞ্চিৎ দুরূহ হইয়াছে বলিয়া কতিপয় শিক্ষক মহাশয়ের পরামর্শে "পদার্থবিদ্যা" নামক এই ক্ষুদ্র গ্রন্থখানি প্রস্তুত করা হইল।

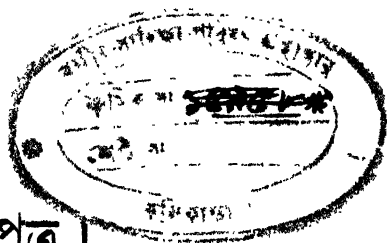
নবদ্বীপ;
২৫এ ডিসেম্বর, ১৮৭৩ } শ্রীমহেন্দ্রনাথ ভট্টাচার্য্য।

পঞ্চদশ বারের বিজ্ঞাপন।

পদার্থ বিদ্যার পঞ্চদশ সংস্করণ প্রচারিত হইল। এবারে অনেক স্থলে অনেক পরিবর্ত্তন ও অনেক স্থলে অনেক নূতন বিষয় সঙ্কলন করা হইয়াছে। পূর্ব্বে ইহাতে জড়পদার্থের সাধারণ ধর্ম্ম, কঠিন জড়দ্রব্যের বিশেষ ধর্ম্ম, আণবিকাকর্ষণ

মহাকর্ষণ ও মাধ্যাকর্ষণ, বল ও গতি, তরল ও বায়বীয় বস্তুর বিশেষ ধর্ম্ম এবং তাপ এই কয়েকটী বিষয় মাত্র বর্ণিত হইয়াছিল। এবারে শব্দ, আলোক, অয়স্কান্ত ও তড়িৎ শক্তিরও সংক্ষিপ্ত বিবরণ লিখিত হইল। এই সকল বিষয় পরীক্ষাসিদ্ধ, এই নিমিত্ত বর্ণিত বিষয়গুলি অনেক সময়ে পরীক্ষা করিয়া না দেখিয়া শুদ্ধ পুস্তক পাঠ করিলে তাহাদের প্রকৃত মর্ম্ম বোধ হওয়া সুকঠিন হইয়া উঠে। উচ্চ বিদ্যালয়ে বহুমূল্য যন্ত্র সহকারে যে সকল পরীক্ষা প্রদর্শিত হইয়া থাকে সামান্য বঙ্গ বিদ্যালয়ের শিক্ষক ও শিক্ষার্থিগণের তাহা দেখিবার সম্ভাবনা নাই। এজন্য এরূপভাবে এই সকল বিষয় লিখিত হইল যে অনায়াসে বা অল্পায়াসে যে সমুদয় দ্রব্য সংগ্রহ করা যাইতে পারে তদ্দারাই প্রয়োজনীয় পরীক্ষাগুলি করিয়া এই পুস্তকের অধ্যয়ন ও অধ্যাপনা করিতে পারা যাইবে। এক্ষণে ইহা দ্বারা বঙ্গভাষায় পদার্থ বিদ্যা শিক্ষার পথ পরিষ্কৃত হইলেই আমার সমুদয় পরিশ্রম সফল হইবে।

কলিকাতা
জয় মিত্রের গলি ২নং বাটী।
২৫শে ডিসেম্বর। ১৮৮৮।

শ্রীমহেন্দ্র নাথ ভট্টাচার্য্য।

সূচীপত্র।

এই সূচীপত্রে যে সকল অনুচ্ছেদের গায়ে * এই তারকা চিহ্ন দেওয়া হইল সেগুলি ছাত্রবৃত্তি পরীক্ষার্থীদের পাঠ্য নহে।

প্রথম অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

পদার্থ ও জড়পদার্থ।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

জড়পদার্থের গুণ।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

কঠিন দ্রব্যের বিশেষ ধর্ম্ম।

দ্বিতীয় অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

আণবিক শক্তি।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

আকর্ষণী শক্তি।

তৃতীয় অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

গতি।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

ভারকেন্দ্র।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

বলমূলক যন্ত্র।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

বেগ।

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

চতুর্থ অধ্যায়।

তরল বস্তুর ধর্ম্ম।

পঞ্চম অধ্যায়।

বায়বীয় বস্তুর ধর্ম্ম।

ষষ্ঠ অধ্যায়।

শব্দ।

সপ্তম অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

তাপ।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

তাপের উৎপত্তি স্থান।

অষ্টম অধ্যায়।

আলোক।

নবম অধ্যায়।

অয়স্কান্ত ও অয়স্কর্ষণী শক্তি।

দশম অধ্যায়।

পদার্থ বিদ্যা।

প্রথম অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

পদার্থ ও জড়পদার্থ।

১। পদার্থ। পদার্থ শব্দে পদের অর্থ। পদের অর্থদ্বারা যাহা উপলব্ধি হয় তাহাকেই পদার্থ বলা যাইতে পারে। দ্রব্য, গুণ, কর্ম্ম প্রভৃতি সকলই পদের অর্থের দ্বারা প্রকাশিত হইতে পারে, সুতরাং ইহারা সকলেই পদার্থ। শুদ্ধ বস্তু বা দ্রব্য অর্থেও পদার্থ শব্দের ব্যবহার দৃষ্ট হয়। এই অর্থে পদার্থ দ্বিবিধ—চেতন ও অচেতন।

যে পদার্থের চৈতন্য আছে তাহাকে চেতন আর যাহার চৈতন্য নাই তাহাকে অচেতন পদার্থ বলা যায়। একমাত্র পরমাত্মাই শুদ্ধ চৈতন্যস্বরূপ। জীবগণের আত্মা চৈতন্যময় বটে। কিন্তু উহারা জড়ময় দেহধারী, সুতরাং উহারা জড়চিৎ এই উভয় ভাবাপন্ন। আর মৃত্তিকা, প্রস্তর প্রভৃতি যে সকল বস্তু একেবারে চৈতন্য শূন্য তাহাদিগকে অচেতন বা জড় পদার্থ বলা যায়।

২। জড়পদার্থ। চক্ষু, রসনা, নাসিকা, ত্বক্ ও কর্ণ এই পঞ্চ জ্ঞানেন্দ্রিয় দ্বারা রূপ, রস, গন্ধ, স্পর্শ ও শব্দ প্রভৃতি যে সকল প্রত্যক্ষ জ্ঞান হয় সেই সকল প্রত্যক্ষ জ্ঞানের কারণ স্বরূপ চৈতন্যশূন্য পদার্থের নাম জড় পদার্থ। মূল পদার্থ, মিশ্র পদার্থ ও যৌগিক পদার্থ ভেদে জড় পদার্থ ত্রিবিধ।

৩। মূল পদার্থ। রসায়নবেত্তাদিগের মতে যে জড় পদার্থকে বিশ্লিষ্ট করিলে দুই কিম্বা ততোঽধিক অন্যবিধ জড় পদার্থ পাওয়া যায় না, তাহাই মূল জড় পদার্থ। মূল জড় পদার্থ না বলিয়া সংক্ষেপে মূল পদার্থ বলা যায়। কেননা জড় পদার্থ ভিন্ন অন্য পদার্থ, আমাদের এই পদার্থ বিদ্যার বিষয় নহে। ক্ষিতি, অপ ও বায়ু রাসায়নিকদিগের মতে মূল পদার্থ নহে কেননা এই সকল দ্রব্য হইতে অন্যবিধ পদার্থ বাহির করিতে পারা যায়। ইয়ুরোপ খণ্ড নিবাসী অধুনাতন জড়বিজ্ঞান-বিৎ পণ্ডিতগণ তেজঃকে স্বতন্ত্র জড় পদার্থ বলিয়া স্বীকার করেন না। আর আকাশ নামক এক প্রকার সূক্ষ্ম পদার্থের অস্তিত্ব স্বীকার করেন বটে, কিন্তু উহা যে কি তাহা তাঁহারা নিরূপণ করিতে পারেন নাই। উহাকে আলোকের সমবায়ী কারণ বলিয়া বিশ্বাস করেন। ব্যোম শব্দে এই সূক্ষ্ম আকাশ পদার্থ বুঝায়; উহার অর্থ এ স্থলে শূন্য কিম্বা নভোমণ্ডল নহে।' স্বর্ণ, রৌপ্য লৌহ, তাম্র, পারদ, গন্ধক প্রভৃতি দ্রব্যকে রাসায়নিক পণ্ডিতগণ মূল পদার্থ বলেন, কেননা স্বর্ণ হইতে স্বর্ণ, রৌপ্য হইতে রৌপ্য, লৌহ হইতে লৌহ, তাম্র হইতে তাম্র, পারদ হইতে পারদ, ও গন্ধক

হইতে গন্ধক ভিন্ন অন্যবিধ পদার্থ বাহির করিতে পারা যায় না। ফলতঃ যে দ্রব্যকে বিশ্লিষ্ট করিলে বিসদৃশ গুণ বিশিষ্ট দুই কিম্বা তদধিক দ্রব্য প্রাপ্ত হওয়া যায় না, তাহারই নাম মূল পদার্থ।

৪। যৌগিক পদার্থ ও মিশ্র পদার্থ। দুই কিম্বা ততোঽধিক মূল পদার্থ পরস্পরের সহিত রাসায়নিক সংযোগে সংযুক্ত হইয়া যে ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত পদার্থ উৎপাদন করে তাহার নাম যৌগিক পদার্থ। আর যে স্থলে দুই কিম্বা তদধিক ভিন্নজাতীয় দ্রব্য পরস্পরের সহিত রাসায়নিক সংযোগে সংযুক্ত না হইয়া পরস্পরের সহিত সংসক্ত বা মিলিত হইয়া থাকে, সে স্থলে তাহাদের মিলনে যে দ্রব্য উৎপন্ন হয় তাহাকে মিশ্র পদার্থ বলা যায়। মিশ্র-পদার্থে তাহাদের উপাদানভূত পদার্থের অনেক গুণ দৃষ্ট হয়। কিন্তু যৌগিক পদার্থের গুণের সহিত তাহাদের উপাদানভূত মূল পদার্থদিগের গুণের কোন সাদৃশ্য দৃষ্ট হয় না। জল, যৌগিক পদার্থের উদাহরণ স্থল ; কেননা উহার উপাদান অম্লজনক ও জলজনক বায়ুর রাসায়নিক সংযোগে উহার উৎপত্তি এবং উহার গুণের সহিত তাহাদের গুণের কোন সাদৃশ্য দেখিতে পাওয়া যায় না। বায়ুরাশি মিশ্র পদার্থ, কেননা বায়ুরাশির প্রধান উপাদান অম্লজনক ও যবক্ষারজনক বায়ুদ্বয় রাসায়নিক সংযোগে সংযুক্ত না হইয়া কেবল মিলিত হইয়া আছে এবং বায়ুরাশিতে তাহাদের উভয়ের গুণের একেবারে অন্যথা দৃষ্ট হয় না।

৫। পরমাণু ও অণু। রসায়নবেত্তা পণ্ডিতগণ মূল

পদার্থের সূক্ষ্মতম অংশকে পরমাণু বলেন। এই সূক্ষ্ম পরমাণু-দিগের যোগে যাবতীয় জড় পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে। জড় বস্তু সকল সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম পরমাণুসমষ্টি মাত্র, বৈশেষিক দর্শনকার মহর্ষি কনাদ সর্ব্বপ্রথমে এই মত প্রচার করেন। তিনি বলেন "যাহার নিজের অবয়ব নাই, অথচ যে পরম্পরায় সকলেরই অবয়ব এবং যাবৎ সূক্ষ্ম পদার্থের শেষ সীমাস্বরূপ তাহার নাম পরমাণু।" অধুনাতন রসায়নবেত্তারা পরমাণুদিগের আয়তন ও ভার আছে, ইহা স্বীকার করেন। ইঁহারা আরও বলেন, মূল পদার্থের পরমাণু সকলও স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র থাকিতে পারে না। দুইটী দুইটি কি তিনটী তিনটী পরমাণু একত্র হইয়া থাকে। রাসায়নিক সংযোগ স্থলে এই পরমাণু-পুঞ্জ বিভক্ত হইয়া পড়ে; অন্যথা ইহাদিগকে বিভাগ করা যাইতে পারে না। নৈয়ায়িক মহাশয়েরা দুইটী পরমাণুর যোগে যাহা উৎপন্ন হয় তাহাকে দ্ব্যণুক ও তিনটী দ্ব্যণুকের যোগে যাহা উৎপন্ন হয় তাহাকে ত্র্যস-রেণু বলেন। কোন দ্রব্যের অন্ততঃ যে কয়েকটী পরমাণু একত্র না হইয়া থাকিতে পারে না তাহাকে রসায়নবেত্তারা সেই দ্রব্যের অণু বলেন। রাসায়নিক সংযোগ স্থলে একটী মূল পদা-র্থের অণু অর্থাৎ পরমাণু-পুঞ্জের অন্তর্গত পরমাণু সকল পৃথগ্‌ভূত হইয়া অন্যান্য মূল পদার্থের অণু অর্থাৎ পরমাণু-পুঞ্জের অন্তর্গত পরমাণুর সহিত সংযুক্ত হয়। এই রূপে এক জাতীয় মৌলিক অণুর সহিত অপর জাতীয় মৌলিক অণুর সংযোগ নিবন্ধন যৌগিক পদার্থের অণু উৎপন্ন হয়। এই সকল যৌগিক অণু যৌগিক পদার্থের সূক্ষ্মতম ও অবিভাজ্য অংশ। ইহাদিগকে অন্য কোন রূপে বিভাগ করা যায় না; কেবল রাসায়নিক

সংযোগ স্থলে ইহারা বিচ্ছিন্ন হইয়া অবান্তর সংযোগে সংযুক্ত হয়। ইউরোপীয় পণ্ডিতেরা বলেন পরমাণুগণের নাশ নাই। ইহারা অনশ্বর। আমরা যে সমস্ত বস্তু দেখিতে পাই তাহাদের উৎপত্তি ও বিনাশ আছে, কিন্তু তাহাদের পরমাণু সকল যেমন তেমনিই থাকে। তরল পদার্থ বাষ্প হইয়া উড়িয়া যায় বটে, কিন্তু তাহার একটী পরমাণুও নষ্ট হয় না। উত্তাপ প্রভাবে জল বাষ্প হইয়া যায় এবং হিম হইলে জমিয়া বরফ হয়, কিন্তু তাহার পরমাণু সংখ্যা সমভাবেই থাকে। বৃক্ষ, লতা, পশু, পক্ষী প্রভৃতি জীবগণের শরীর কালক্রমে নষ্ট হইয়া যায় কিন্তু তাহাদের শরীরস্থ পরমাণুগণের ধ্বংস হয় না। এক দ্রব্য হইতে দ্রব্যান্তরের উৎপত্তি হয়, কিন্তু কোন দ্রব্যের পরমাণুরই বিনাশ নাই। নৈয়ায়িক মহাশয়েরা বলেন পরমাণুর উৎপত্তিও নাই বিনাশও নাই, পরমাণু নিত্য পদার্থ। বাস্তবিক সৎ পদার্থ অর্থাৎ যাহা আছে তাহার কখন অভাব হয় না। আর যাহা অভাব বা অসৎ পদার্থ তাহা কখনও সৎ বা ভাব পদার্থ হয় না; অর্থাৎ যাহা নাই তাহা কখনও হয় না। যাহার উৎপত্তি আছে তাহার বিনাশ আছে, যাহার আদি আছে, তাহার অন্ত আছে; যাহার উৎপত্তি নাই তাহার বিনাশ নাই, যাহার আদি নাই তাহার অন্তও নাই। জড় দ্রব্যের পরমাণু সকল অনশ্বরত্ব গুণবিশিষ্ট স্বীকার করিলে ইহাও স্বীকার করিতে হয় যে তাহারা অনাদি। এই নিমিত্ত নৈয়ায়িক মহাশয়েরা বলেন পরমাণু নিত্য পদার্থ।

৬। জড় পদার্থের ত্রিবিধ অবস্থা। কঠিন, তরল ও বায়বীয় ভেদে জড় বস্তুর অবস্থা ত্রিবিধ। কঠিন অবস্থায়

জড়দ্রব্যের অণু সকল পরস্পর দৃঢ় সম্বদ্ধ থাকে। কঠিন দ্রব্যের অণু সকল নিবিড় সন্নিবেশ নিবন্ধন সহজে বিচ্ছিন্ন হয় না, কিন্তু তরল ও বায়বীয় দ্রব্যের অণু সকল বিরল বিনিবেশ বশতঃ সহজে বিচ্ছিন্ন হইয়া যায়। ইষ্টক কঠিন পদার্থ, ইহার এক দিকের কণা সকলকে অপর দিকে লইয়া যাইতে পারা যায় না। কিন্তু জল তরল পদার্থ, একারণ কোন জল-পূর্ণ পাত্রের উপরিস্থিত জলকে নিম্নে ও নিম্নস্থ জলকে উপরে এবং এক পার্শ্বস্থ জলকে অপর পার্শ্বে অনায়াসে লইয়া যাইতে পারা যায়। জল হইতে যেরূপ কিয়দংশ অনায়াসে উঠাইয়া লইতে পারা যায়, ইষ্টক হইতে কিয়দংশ সেরূপ অনায়াসে উঠাইয়া লইতে পারা যায় না। বায়বীয় অবস্থায় পরমাণু সকলের বিনিবেশ তরলাবস্থা অপেক্ষাও বিরল; এই নিমিত্ত বায়বীয় পদার্থের কণা সকল, তরল পদার্থের কণা অপেক্ষাও সহজে বিচ্ছিন্ন হয়।* কঠিন পদার্থের এক একটী নির্দ্দিষ্ট আকার দৃষ্ট হয়, তরল পদার্থের নির্দ্দিষ্ট আকার নাই, যেরূপ পাত্রে রাখা যায় সেই রূপ আকার প্রাপ্ত হয়। তরল দ্রব্য আধার পাত্রের তলভাগে পার্শ্বদেশ পর্য্যন্ত বিস্তৃত হইয়া তদনু-রূপ আকার প্রাপ্ত হয় এবং উহার উপরিভাগ প্রায় সমতল দেখায়। বায়বীয় পদার্থেরও কোন নির্দ্দিষ্ট আকৃতি নাই, কিন্তু আধার পাত্র অপেক্ষা তরল পদার্থের আয়তন অল্প হইলে যেরূপ উহা নীচে পড়িয়া থাকে এবং আয়তন অধিক হইলে যেরূপ উচ্ছলিত হইয়া পড়ে বায়বীয় পদার্থ সেরূপ নহে। বিন্দুমাত্র বায়বীয় বস্তু কোন পাত্রে রাখিলে তাহা উহার সমুদয় অংশে ব্যাপ্ত হইয়া পড়ে; অধিক পরিমাণ বায়ুকেও

চাপ দ্বারা ক্ষুদ্র পাত্র মধ্যে রুদ্ধ করিয়া রাখা যাইতে পারে। পরমাণু সকল আকর্ষণ বিকর্ষণ গুণসম্পন্ন। যখন পরমাণু-দিগের মধ্যে আকর্ষণ অধিক হয় তখন পরমাণুসমষ্টি সংঘাত কঠিন ভাব প্রাপ্ত হয়; যখন আকর্ষণ বিকর্ষণ প্রায় সমান সমান হয় তখন তরলভাবের উৎপত্তি হয়; আর যখন আকর্ষণ অপেক্ষা বিকর্ষণ অত্যন্ত অধিক হয়, তখন জড় দ্রব্য সকল বায়বীয় আকার ধারণ করে।

কোন কোন দ্রব্যের এই ত্রিবিধ ভাবই দৃষ্ট হয়। বরফ, জল ও জলীয় বাষ্পে যথাক্রমে জলের কঠিন, তরল ও বায়বীয় অবস্থা দৃষ্ট হয়। প্রস্তর ও কাষ্ঠ কঠিন পদার্থ, কিন্তু ইহাদের তরল ও বায়বীয় ভাব দৃষ্ট হয় না, কেননা সমধিক উত্তপ্ত হইলে উহাদের উপাদান সকল পৃথগ্‌ভূত হইয়া পড়ে। স্বর্ণ, রৌপ্যাদি কঠিন দ্রব্যকে দ্রব করিতে পারা যায়। পারদ ধাতু সহজ অবস্থায় তরল; ইহাকে শীতল করিয়া কঠিন ও উত্তপ্ত করিয়া বাষ্পে পরিণত করা যাইতে পারে। জগৎপ্রাণ সমীরণ বায়বীয় পদার্থ। অম্লজনক, জলজনক, যবক্ষারজনক প্রভৃতি দ্রব্য সকল বায়বীয় পদার্থের উদাহরণ স্থল। ইহাদিগকেও কৌশলক্রমে তরলাবস্থায় পরিণত করা যাইতে পারে। যে সকল পদার্থ স্বভাবতঃ বায়বীয় অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায় তাহাদিগকে বায়ু, আর কঠিন ও তরল বস্তু হইতে তাপসহ-কারে যে বায়বীয় দ্রব্য উৎপন্ন হয় তাহাকে বাষ্প বলা যায়। বায়ুরাশির বায়বীয় ভাব স্বাভাবিক এবং জলীয় বাষ্প প্রভৃতির বায়বীয় ভাব নৈমিত্তিক।

এস্থলে ইহাও বলা আবশ্যক যে, বালুকা প্রভৃতি কতকগুলি

কঠিন পদার্থ আছে, যে তাহাদিগকে যেমন পাত্রে রাখা যায় তাহারা তদনুরূপ আকার ধারণ করে,আর ঘৃত মধু গুড় প্রভৃতি কতকগুলি এরূপ না কঠিন না তরল দ্রব্য আছে যে তাহারা উষ্ণতার ঈষৎ ইতরবিশেষ বশতঃ কখন বা কঠিন কখনও বা তরলাবস্থা প্রাপ্ত হয়।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

জড়পদার্থের স্বাভাবিক সাধারণ ধর্ম্ম।

৭। জড়ের স্বাভাবিক গুন। যে সকল গুণ জড়-পদার্থে স্বভাবতঃই থাকে তাহাকে জড়ের স্বাভাবিক গুণ বলা যায়। জড়পদার্থ মাত্রই স্বভাবতঃ অচেতন, নিশ্চেষ্ট, স্থান-ব্যাপক ও মূর্ত্তিবিশিষ্ট। সুতরাং অচেতনত্ব, নিশ্চেষ্টত্ব, স্থান-ব্যাপকত্ব ও মূর্ত্তত্ব এই কয়েকটী জড়ের স্বাভাবিক ধর্ম্ম। জড় পদার্থ মাত্রই এই কয়েকটী গুণ যুক্ত। এই কয়েকটী গুণ নাই অথচ জড় পদার্থ আছে ইহা কোন ক্রমেই সম্ভব নহে। কি সূক্ষ্ম, কি স্থূল; কি পরমাণু, কি পরমাণু সমষ্টি; কি মূল পদার্থ, কি মিশ্র পদার্থ, কি যৌগিক পদার্থ; কি কঠিন, কি তরল, কি বায়বীয় সকল প্রকার জড় দ্রব্যই স্বভাবতঃ স্থান-ব্যাপক, মূর্ত্ত, অচেতন ও নিশ্চেষ্ট। এই নিমিত্ত স্থানব্যাপকত্ব, মূর্ত্তত্ব, অচেতনত্ব ও নিশ্চেষ্টত্ব এই কয়েকটি গুণকে জড়ের স্বাভাবিক গুণ বলা যায়।

৮। জড়ের সাধারণ ও বিশেষ গুণ। যে সকল গুণ কঠিন, তরল ও বায়বীয় ত্রিবিধ অবস্থাতেই দৃষ্ট হয়, তাহাদিগকে কঠিন তরল ও বায়বীয় দ্রব্যের সাধারণ গুণ বলা যায়। আর যে গুণ শুদ্ধ কঠিন দ্রব্যে দৃষ্ট হয়, তাহা কঠিন দ্রব্যের অসাধারণ বা বিশেষ ধর্ম্ম; যে গুণ শুদ্ধ তরল পদার্থে লক্ষিত হয় তাহা তরল পদার্থের অসাধারণ বা বিশেষ ধর্ম্ম এবং যে গুণ শুদ্ধ বায়বীয় দ্রব্যে লক্ষিত হয় তাহা বায়বীয় দ্রব্যের অসাধারণ বা বিশেষ ধর্ম্ম বলিয়া উক্ত হইয়া থাকে। আমরা এক্ষণে জড় দ্রব্যের স্বাভাবিক ও সাধারণ গুণ সম্বন্ধে কিঞ্চিৎ বলিতে প্রবৃত্ত হইলাম।

৯। স্বাভাবিক গুণগুলিও সাধারণ গুণ। অচেতনত্ব, নিশ্চেষ্টত্ব, স্থানব্যাপকত্ব ও মূর্ত্তত্ব জড়ের স্বাভাবিক গুণ। এইগুলি কঠিন তরল ও বায়বীয় এই ত্রিবিধ ভাবাপন্ন দ্রব্যেই লক্ষিত হয়, সুতরাং ইহারা কঠিন, তরল ও বায়বীয় জড় দ্রব্যের সাধারণ ধর্ম্ম। বিভাজ্যতা ও সান্তরতা গুণ জড় পদার্থের পরমাণুর ধর্ম্ম নহে। কিন্তু পরমাণুসমষ্টিরূপ স্থূল পদার্থ মাত্রেরই, কি কঠিন, কি তরল, কি বায়বীয় সকল অবস্থাতেই এই দুই গুণ লক্ষিত হয়, সুতরাং এই দুইটি জড়ের স্বাভাবিক ধর্ম্ম না হইলেও কঠিন, তরল ও বায়বীয় দ্রব্যের সাধারণ ধর্ম্ম বটে।

১০। সাধারণ গুণের শ্রেণীবিভাগ। স্থানব্যাপকত্ব, জড়ত্ব, বিভাজ্যত্ব, ও সান্তরত্ব এই কয়েকটী জড় পদার্থের সাধারণ গুণ মধ্যে প্রধান। স্থানাবরোধকত্ব ও মূর্ত্তত্ব, স্থানব্যাপকত্ব গুণ-সাপেক্ষ; যদি জড় দ্রব্যসকল স্থানব্যাপক

না হইত তাহা হইলে তাহারা স্থানাবরোধক হইত না ও তাহা হইলে তাহাদের কোন রূপ আকার কি মূর্ত্তিও থাকিত না। চৈতন্যশূন্যত্ব ও নিশ্চেষ্টত্ব এই উভয় গুণই জড়ত্ব শব্দ দ্বারা সূচিত হইয়া থাকে। আর আকুঞ্চনীয়ত্ব, প্রসারণীয়তা ও স্থিতিস্থাপকতা এই গুণগুলি সান্তরতা গুণ-সাপেক্ষ। যদি জড় দ্রব্যের পরমাণুদিগের মধ্যে অন্তর না থাকিত, তাহা হইলে জড় দ্রব্যে এই কয়েকটী গুণও দৃষ্ট হইত না। অতএব জড় দ্রব্যের সাধারণ গুণগুলিকে বক্ষ্যমান শ্রেণী চতুষ্টয়ে বিভক্ত করা যাইতে পারে।

১ মতঃ। স্থানব্যাপকত্ব, স্থানাবরোধকত্ব ও মূর্ত্তত্ব।

২ য়তঃ। জড়ত্ব, অর্থাৎ অচেতনত্ব ও নিশ্চেষ্টত্ব।

৩ য়তঃ। বিভাজ্যতা।

৪ র্থতঃ। সান্তরতা, আকুঞ্চনীয়তা, প্রসারণীয়তা ও স্থিতিস্থাপকতা।

১১। স্থানব্যাপকত্ব। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, জড়পদার্থ মাত্রই কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ স্থান ব্যাপিয়া অবস্থিতি করে। জড় দ্রব্য যে স্থান ব্যাপিয়া অবস্থিতি করে না ইহা আমরা মনেও কল্পনা করিতে পারি না। কোন জড় দ্রব্য মনে করিতে গেলেই উহা স্থান অধিকার করিয়া আছে ইহা আপনা হইতেই মনোমধ্যে উদয় হয়। যে গুণবশতঃ জড় পদার্থ সকল স্থান ব্যাপিয়া থাকে তাহার নাম স্থানব্যাপকতা। এই স্থানব্যাপকত্ব গুণ থাকাতেই জড় দ্রব্য সকল স্থান ব্যাপিয়া তিন দিকে বিস্তৃত হইয়া থাকে। এই নিমিত্ত ইহাদের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, ও বেধ দৃষ্ট হয়। শুদ্ধ এক দিকে

বিস্তৃত হইয়া কোন বস্তু থাকিতে পারে না। রেখাগণিত বিষয়ক তত্ত্ব নিরূপণার্থ শাস্ত্রকারেরা দৈর্ঘ্য আছে বিস্তার নাই এরূপ রেখার কল্পনা করিয়া থাকেন, কিন্তু শুদ্ধ দৈর্ঘ্য আছে কিছু মাত্র বিস্তার নাই এরূপ রেখা কোথাও নাই। দৈর্ঘ্য আছে প্রস্থ নাই, কি দৈর্ঘ্য প্রস্থ আছে বেধ নাই, এরূপ বস্তুই অপ্রসিদ্ধ। জড় বস্তু যত কেন সূক্ষ্ম হউক না, উহার কিছু না কিছু দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও বেধ থাকিবে। দ্রব্য মাত্রেই কিছু না কিছু লম্বা, কিছু না কিছু চওড়া, ও কিছু না কিছু পুরু, কি কিছু না কিছু উন্নত, কি কিছু না কিছু গভীর। স্থল বিশেষে ও দ্রব্য বিশেষে বেধ না বলিয়া উন্নতি কিম্বা গভীরতা বলা যায়।

কোন বস্তু তিন দিকে বিস্তৃত হইয়া যে স্থানটী অধিকার করিয়া থাকে তাহাকে তাহার আয়তন বলা যায়। কোন দ্রব্যের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ জানা থাকিলে তাহার সেই পার্শ্বের ক্ষেত্রফল বা বর্গ পরিমাণ নিরূপণ করা যাইতে পারে। আর দৈর্ঘ্য প্রস্থ ও বেধ জানা থাকিলে তাহার আয়তন বা ঘন পরিমাণ স্থির করা যাইতে পারে। দৈর্ঘ্য প্রস্থের গুণফলকে ক্ষেত্রফল বা বর্গ পরিমাণ আর দৈর্ঘ্য প্রস্থ ও বেধের গুণফলকে ঘন পরিমাণ বা আয়তন বলে। যে ইষ্টকের দৈর্ঘ্য ১০ ইঞ্চি, প্রস্থ ৫ইঞ্চি, ও বেধ ৩ ইঞ্চি, তাহার উপর ও তলা এই দুই দিকের প্রত্যেক দিকের ক্ষেত্রফল ১০×৫=৫০ বর্গ ইঞ্চি, দৈর্ঘ্যের দিকের প্রত্যেক পার্শ্বের ক্ষেত্রফল ১০×৩=৩০ বর্গ ইঞ্চি ও প্রস্থের দিকের প্রত্যেক পার্শ্বের ক্ষেত্রফল ৫×৩=১৫ বর্গ ইঞ্চি। আর তাহার আয়তন ১০×৫×৩=১৫০ ঘন ইঞ্চি।

১২। স্থানাবরোধকতা। যে গুণ বশতঃ জড়দ্রব্য সকল স্ব স্ব অধিকৃত স্থানে অন্য দ্রব্যের অবস্থিতির অবরোধ জন্মায়, তাহার নাম স্থানাবরোধকতা। জড় বস্তু সকল স্থান ব্যাপিয়া অবস্থিতি করে, এই কারণ যে সময়ে কোন স্থানে একটি জড় দ্রব্য থাকে, সেই সময়ে তথায় অন্য একটী জড় দ্রব্য কদাচ থাকিতে পারে না। এই জন্য কোন জল-পূর্ণ পাত্রে হস্তাদি নিমগ্ন করিলে কিঞ্চিৎ জল উচ্ছলিত হইয়া পড়ে, কেননা জল ও হস্তাদি কখন এক সময়ে এক স্থানে থাকিতে পারে না। কোন জল-পূর্ণ পিচকারীর মুখ বদ্ধ করিয়া যদি তাহার অর্গলে চাপ দেওয়া যায় তাহা হইলে পিচকারির অভ্যন্তরে অর্গলটী প্রবিষ্ট হয় না; কেননা অর্গল ও জল এক সময়ে এক স্থান অধিকার করিয়া থাকিতে পারে না। কোন পাত্রে জল পূরিবার সময়ে তন্মধ্যস্থ বায়ু বহিষ্কৃত হইয়া যায়। গাড়ুর মুখ দিয়া যদি তন্মধ্যে জল ঢালা যায়, তাহা হইলে নল দিয়া তাহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু বহিষ্কৃত হইয়া যায়, নলের উপর হাত ধরিলেই ইহা অনুভূত হয়। একটী কাচের গেলাস বিপর্য্যস্ত করিয়া যদি জলে নিমজ্জিত করা যায়, তাহা হইলে অভ্যন্তরস্থ বায়ু বহির্গত হইতে না পারিয়া উপরিভাগে সঙ্কুচিত হইয়া থাকে। আস্তে আস্তে যদি গেলাসটী জল হইতে উঠান যায়, তাহা হইলে ঐ বায়ু ক্রমশঃ প্রসারিত হইয়া পূর্ব্ব আয়তন প্রাপ্ত হয়, ইহা স্পষ্টই দেখিতে পাওয়া যায়। কাষ্ঠাদিতে প্রেক বিদ্ধ করিলে, কাষ্ঠাদির পরমাণু ও প্রেকের পরমাণু যে এক সময়ে এক স্থানে থাকে, এমত নহে। কাষ্ঠাদির কতকগুলি কণা বাহির হইয়া যায় আর কতকগুলি পার্শ্বদেশস্থ

কণাদিগের অন্তর্গত অবকাশ স্থলে প্রবেশ করে। সম-আয়তন-সম্পন্ন জল ও সুরা-সার মিশ্রিত হইলে মিশ্র পদার্থটীর আয়তন ঠিক দ্বিগুণ না হইয়া কিঞ্চিৎ ন্যূন হয়; ইহার কারণ এই যে, একের অণুসমূহের অন্তর্গত অবকাশ স্থলে অপরের অণু সকল প্রবেশ করে। উভয়ের পরমাণু সকল এক সময়ে একই স্থান অধিকার করিয়া থাকে এমত নহে।

এই স্থানাবরোধকত্ব গুণটী পরমাণু-নিষ্ঠ ধর্ম্ম। জড় দ্রব্যের পরমাণু সকল যে পরস্পরের সহিত সংলগ্ন হইয়া থাকে, তাহা নহে। তাহাদের মধ্যে কিছু কিছু অবকাশ বা অন্তর থাকে। জড় বস্তুর পরমাণু সকল স্থানাবরোধক বটে, কিন্তু তাহাদের অন্তর্গত অবকাশের হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে এবং একের পরমাণুদিগের অন্তর্গত অবকাশ স্থলে অন্যের পরমাণু সকল কখন কখন প্রবেশ করে, এই জন্য কখন কখন পরমাণু-সমষ্টিরূপ জড়দ্রব্যে স্থানাবরোধকতা গুণের অন্যথা হইতেছে বলিয়া আপাততঃ বোধ হয়; বাস্তবিক কিন্তু তাহা নহে। জড় দ্রব্যের পরমাণু সকল স্থানাবরোধক; যে সময়ে জড় পরমাণু একটী কোন স্থান অধিকার করিয়া থাকে, ঠিক সেই সময়ে সে স্থানটীতে অন্য কোন পরমাণু থাকিতে পারে না।

১৩। মূর্ত্তত্ব। যে গুণ বশতঃ জড় বস্তু সকল আকার বা মূর্ত্তি বিশিষ্ট হয় তাহার নাম মূর্ত্তত্ব। জড় পদার্থ মাত্রই সাকার বা মূর্ত্ত পদার্থ। সুতরাং মূর্ত্তত্ব জড়ের স্বাভাবিক সাধারণ ধর্ম্ম। জড় পদার্থ সকল স্থান ব্যাপিয়া, স্থান অধিকার করিয়া, অবস্থিতি করে। একারণ তাহাদের আয়তন ও আকৃতি

আছে। সুতরাং দৃষ্ট হইতেছে, মূর্ত্তত্ব গুণটী স্থানব্যাপকত্ব গুণ সাপেক্ষ। যদি জড় পদার্থসকল স্থানব্যাপিয়া অবস্থিতি না করিত, তাহা হইলে তাহাদের আকৃতি থাকিত না। জড়দ্রব্য সকল যে স্থান অধিকার করিয়া থাকে সেই স্থানের পরিমাণকে আয়তন এবং ঐ স্থানটীর বহির্ভাগের ভাবকে আকৃতি বলা যায়। আয়তনের পরিমাণ অঙ্ক দ্বারা প্রকাশিত হইতে পারে, কিন্তু আকৃতি অঙ্ক দ্বারা প্রকাশিত হইতে পারে না; তবে রেখা টানিয়া চিত্র দ্বারা প্রকাশ করা যাইতে পারে। ভিন্ন ভিন্ন আকারের দ্রব্যের আয়তন এক হইতে পারে। যদি একটী দ্রব্যের দৈর্ঘ্য ৫ হাত, বিস্তার ২ হাত ও বেধ ৪ হাত হয় এবং আর একটী দ্রব্যের দৈর্ঘ্য ১০ হাত, বিস্তার ২ হাত ও বেধ ২ হাত হয়, তাহা হইলে তাহাদের উভয়ের আয়তন সমান হইবে, কেননা উভয়েরই আয়তন ৪০ ঘন হাত হইবে। কিন্তু উহাদের আকৃতি এক হইবে না, একটী লম্বা ও আর একটী মোটা দেখাইবে।

১৪। জড়ত্ব,—চৈতন্যশূন্যত্ব ও নিশ্চেষ্টত্ব। অচেতনত্ব ও নিশ্চেষ্টত্ব এই দুইটী গুণ জড়ত্ব শব্দ দ্বারা সূচিত হয়। জড় পদার্থমাত্রই অচেতন ও নিশ্চেষ্ট। যাহার চৈতন্য নাই তাহাকেই আমরা অচেতন ও জড় পদার্থ বলি। জড় পদার্থ আপনা হইতে চলিতে পারে না এবং একবার চালিত হইলে আপনা হইতে থামিতেও পারে না। শক্তিসম্পন্ন না হইলে জড় পদার্থ স্পন্দিত হয় না, শববৎ প্রতীয়মান হয়। জড় পদার্থ রূপ শবের উপর যখন শক্তি নৃত্য করিতে থাকেন, তখনই এই জগৎকার্য্য হইতে থাকে। শুদ্ধ জড় পদার্থ হইতে

কোন কার্য্য হয় না, উহা নিষ্ক্রিয়। জড়পদার্থ ও শক্তি একত্র হইয়া এই বিশ্ব কার্য্য সম্পাদন করিতেছে, শক্তিযুক্ত হইলে অচেতন ও নিষ্ক্রিয় জড়পদার্থ সচেতন বস্তুর ন্যায় ক্রিয়া করিতে সমর্থ হয়।

১৫। নিশ্চেষ্টত্ব। যে গুণ বশতঃ জড়পদার্থ আপনা হইতে চলিতে পারে না এবং একবার চালিত হইলে আপনা হইতে স্থির হইতেও পারে না, তাহাকে নিশ্চেষ্টত্ব বলে। জড় দ্রব্য আপনা হইতে চলিতে পারে না এবং চালিত হইলেও ক্রমে ক্রমে স্থির হইয়া আইসে, ইহা দেখিয়া আপাততঃ এরূপ বোধ হইতে পারে, যে স্থির থাকাই জড়ের স্বাভাবিক ধর্ম্ম। বাস্তবিক কিন্তু তাহা নহে, জড়পদার্থ নিজে নিশ্চেষ্ট, ইহাকে চালাও চলিবে, স্থির করিয়া রাখ, স্থির হইয়া থাকিবে। তবে যে চালিত হইলেও জড় দ্রব্য সকল চিরকাল চলে না, অন্যান্য বস্তুর প্রতিবন্ধকতাই তাহার কারণ। যেখানে প্রতিবন্ধক যত অল্প তথায় চালিত হইলে জড় দ্রব্যসকল তত অধিক দূর চলে। বন্ধুর ভূমিতে একটী ভাঁটা গড়াইয়া দিলে কিঞ্চিৎ দূর গিয়াই স্থির হয়, কিন্তু মার্ব্বল প্রস্তর নির্ম্মিত ঘরের মেজেতে তদপেক্ষা অধিক দূর চলে। যেখানে কিছু মাত্র প্রতিবন্ধক নাই, সেখানে চালিত হইলে জড় দ্রব্য সকল চিরকাল সম ভাবে চলে। যদিও ভূতলস্থ কোন বস্তু চির-সচল বা অপ্রতিহত-গতি-সম্পন্ন নহে, তথাপি নভোমণ্ডলস্থ গ্রহ নক্ষত্রাদির মধ্যে অপ্রতিহত গতির সবিশেষ উদাহরণ প্রাপ্ত হওয়া যায়। উহারা স্ব স্ব নির্দ্দিষ্ট পথে নিয়ত সমভাবে চলিতেছে। সৃষ্টিকালে উহারা

যেরূপ বেগে চালিত হইয়াছিল, বোধ হয়, অদ্যাপিও সেই রূপ বেগে অনন্ত আকাশে পরিভ্রমণ করিতেছে।

নিশ্চেষ্টতা বিষয়ক কয়েকটী উদাহরণ নিম্নে প্রদর্শিত হইতেছে।

১। যদি কোন দ্রুতগামী শকট হইতে কেহ অবতরণ বাসনায় অসাবধানে লম্ফ প্রদান করেন, তাঁহা হইলে তাঁহার পদদ্বয় ভূমি সংলগ্ন হইয়া গতিশূন্য হয়, কিন্তু তাঁহার আর সমুদয় শরীর পূর্ব্ববৎ বেগবিশিষ্ট থাকাতে, নিশ্চেষ্টতা নিবন্ধন তিনি কখন কখন দণ্ডায়মান থাকিতে অসমর্থ হইয়া, যে দিকে গাড়ি চলিতেছিল, সেই দিকে পতিত হন।

২। যদি কোন অশ্ব হঠাৎ চলিতে আরম্ভ করে,তাহা হইলে আরোহীর শিরোদেশ পশ্চাৎ দিকে অবনত হইয়া পড়ে এবং ধাবমান অশ্ব হঠাৎ স্থির হইলে তাঁহার মস্তক গ্রীবার দিকে ঝুঁকিয়া পড়ে।

৩। কোন শকটের উপর যদি কেহ অসাবধানে দণ্ডায়মান থাকেন, আর তাহা হঠাৎ চলিতে আরম্ভ করে, তাহা হইলে তাঁহার পদদ্বয় বেগ প্রাপ্ত হইয়া চালিত হয়; কিন্তু তাঁহার শরীরের ঊর্দ্ধভাগ তখনও গতি সম্পন্ন না হওয়াতে, যে দিকে গাড়ি চলে তাহার বিপরীত দিকে তাঁহার পতিত হইবার সম্ভাবনা। আবার যদি হঠাৎ কোন দ্রুতগামী শকট স্থির হয়, তাহা হইলে তন্মধ্যস্থ ব্যক্তিসকল সম্মুখ দিকে পতিত হয়। যখন বিপরীতাভিমুখে ধাবমান দুই খানি রেলের গাড়ি পরস্পরের উপর পড়িয়া পরস্পরের গতি রোধ করে, তখন এই নিশ্চেষ্টতা বশতঃই শকটগুলি স্ব স্ব পূর্ব্বপ্রাপ্ত বেগে থাকিতে

হইয়া পরস্পরের আঘাতে ভগ্ন হইয়া যায় এবং আরোহিগণ নিহত ও আহত হয়।

১৬। সম্বিভাজ্যতা। যে গুণ বশতঃ জড় দ্রব্য সকলকে অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে, তাহার নাম বিভাজ্যতা বা সম্বিভাজ্যতা। লৌহ প্রভৃতি কঠিন পদার্থকে চূর্ণ করিয়া সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশে পরিণত করিতে পারা যায়। আর পেষণ করিলে কঠিন পদার্থ যতদূর সূক্ষ্ম হয়, তরল পদার্থে দ্রব হইলে উহা তদপেক্ষাও সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশে বিভক্ত হইয়া যায়। শর্করা, লবণ প্রভৃতি দ্রব্য পেষণ বশতঃ যেরূপ সূক্ষ্ম চূর্ণে পরিণত হয়, জলে দ্রব হইলে তদপেক্ষাও সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশে বিভক্ত হইয়া যায়, ইহা অবশ্যই স্বীকার করিতে হইবে; কেননা অল্পমাত্র শর্করা ও লবণ দ্বারা অপেক্ষাকৃত অধিক পরিমাণ জল যথাক্রমে মধুর ও লবণ আস্বাদবিশিষ্ট হয়। শর্করা ও লবণের কণা সকল সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশে বিভক্ত হইয়া জলকণার সহিত মিলিত না হইলে কখনই এরূপ হইত না। অল্পমাত্র নীল দ্বারা অধিক পরিমাণ জল নীলীকৃত হয়। কিঞ্চিন্মাত্র হরিদ্রা দ্বারা অধিক পরিমাণ জল পীতবর্ণ করা যাইতে পারে। জলের প্রত্যেক কণার সহিত শর্করা, লবণ, ও হরিদ্রার কণা সকল মিশ্রিত না হইলে কখন এরূপ হইত না। অতএব দৃষ্ট হইতেছে, কঠিন জড় দ্রব্যকে পেষণ করিয়া যেরূপ সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম চূর্ণে পরিণত করা যাইতে পারে; জলাদিতে দ্রবীভূত হইলে তাহারা তদপেক্ষা আরও সূক্ষ্মতর অংশে সম্বিভক্ত হয়। সুবর্ণকে পিটিয়া এরূপ পাতলা পাত প্রস্তুত করিতে পারা যায় যে তাহার দশ লক্ষখানি উপর্য্যুপরি

স্থাপিত হইলেও এক ইঞ্চি পুরু হয় না। প্লাতিনম্ বা সিতকাঞ্চন নামক ধাতুর তার এরূপ সূক্ষ্ম হয় যে, তাহার দেড় শত গাছি একত্র করিলেও এক গাছি রেসমের অপেক্ষা স্থূল হয় না।

জীব শরীরেও এই সূক্ষ্মতার অনেক উদাহরণ প্রাপ্ত হওয়া যায়। আমাদিগের রক্তে এক প্রকার অসংখ্য রক্তবর্ণ কণা ভাসমান আছে বলিয়া উহা রক্ত বর্ণ দেখায়। একটী সূচীর অগ্র ভাগে যতটুকু মনুষ্যরক্ত ঝুলিয়া থাকিতে পারে, তাহাতে ত্রিংশৎ লক্ষ কণা ভাসমান আছে। যতটুকু মনুষ্য রক্তে ত্রিংশৎ লক্ষ কণা আছে, ততটুকু কস্তুরী মৃগের রক্তে দ্বাদশ কোটি কণা বিদ্যমান আছে। কীটাণুগণের আকার যার পর নাই ক্ষুদ্র; তাহাদের কোটি কোটি একত্র করিলেও এক বালুকাকণার তুল্য হয় না। এক বিন্দু জলে যতগুলি কীটাণু থাকিতে পারে, সমগ্র ভূমণ্ডলে তত মনুষ্য আছে কি না সন্দেহ। কীটাণুগণের কঙ্কালে স্থানে স্থানে বহুদূর বিস্তৃত সুগভীর স্তরাবলী বিনির্ম্মিত হইয়াছে। এইরূপ স্তরে এপ্রকার প্রস্তরও দেখিতে পাওয়া যায়, যে তাহার এক ঘন ইঞ্চিতে চারি সহস্র এক শত কোটি কীটাণুর কঙ্কাল বিদ্যমান আছে। এবম্বিধ সূক্ষ্ম কীটাণুগণের শরীরে যদি রক্ত থাকে তাহা হইলে না জানি তাহাদের রক্তস্থ গোলাকার কণা সকলই বা কেমন সূক্ষ্ম। আমরা কল্পনা শক্তি অবলম্বন করিয়াও জড় বস্তু যে কিরূপ সূক্ষ্ম হইতে পারে, তাহা অনুভব করিয়া উঠিতে পারি না।

যদিও জড় বস্তু মাত্রই সন্ধিভাজ্য এবং তাবৎ বস্তুকেই

অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশে বিভক্ত করিতে পারা যায়, তথাপি বিভাগের শেষ নাই, ইহা সম্ভব নহে। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে, রসায়নতত্ত্ববিৎ পণ্ডিতগণ বলেন যাবতীয় জড় দ্রব্যই অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অবিভাজ্য কণা সমূহের সমষ্টি।

১৭। সান্তরতা। যে গুণ বশতঃ জড় দ্রব্যের পরমাণু দিগের মধ্যে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ অবকাশ বা অন্তর থাকে, তাহাকে সান্তরতা কহে। জড়দ্রব্য মাত্রই সান্তর, কিন্তু জড় দ্রব্যের পরমাণু সকল সান্তর নহে। ফলতঃ, সান্তরতা জড় দ্রব্যের পরমাণুনিষ্ঠ ধর্ম্ম নহে। ইহা পরমাণু-সমষ্টিরূপ স্থূল দ্রব্যের ধর্ম্ম। পরমাণু সকল পরস্পরের যত সন্নিকৃষ্ট হউক না কেন, তাহারা পরস্পরকে স্পর্শ করিয়া থাকে না, তাহাদের মধ্যে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ অবকাশ বা অন্তর থাকে। স্বর্ণাদি যে সকল দ্রব্যে জড় পরমাণু সকল নিবিড়রূপে সন্নিবিষ্ট তাহারাও সান্তর। কাষ্ঠ প্রভৃতি কঠিন দ্রব্যের কণা সকলের মধ্যে ছিদ্র আছে, ইহা অনেক স্থলে স্পষ্টই দেখিতে পাওয়া যায়। জড় দ্রব্যের কণাসমূহের অন্তর্গত অন্তর বা ছিদ্রসকল যে স্থলে এমন সূক্ষ্ম যে দেখিতে পাওয়া যায় না, সে স্থলে তাহাদিগকে অতীন্দ্রিয়, অপ্রত্যক্ষ কিম্বা প্রাকৃতিক ছিদ্র বলা যায়। আর যখন তাহাদিগের অন্তর্গত ছিদ্র সকল দেখিতে পাওয়া যায়, তখন তাহাদিগকে প্রত্যক্ষ ও ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য ছিদ্র বলে। সীসক, তাম্র, রৌপ্য প্রভৃতি ধাতু দ্রব্যকে পিটিলে তাহাদের আয়তন অল্প হয়। উষ্ণতার ইতর বিশেষ বশতঃ জড় দ্রব্যের আয়তনের হ্রাস বৃদ্ধি হয়। জড়াত্মক পরমাণুদিগের আয়তনের হ্রাস বৃদ্ধি সম্ভব নহে, ইহাতেই বোধ হয় তাহাদের পরমাণুদিগের মধ্যে কিঞ্চিৎ

কিঞ্চিৎ অন্তর আছে এবং সঙ্কোচন ও সম্প্রসারণ স্থলে সেই অন্তরেরই হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে। একটী স্থবর্ণ গোলকে জল পূরিয়া তদুপরি চাপ দিলে, অভ্যন্তরস্থ জল সুবর্ণের মধ্য দিয়া বিন্দু বিন্দু রূপে বহির্গত হইতে থাকে। ইহাতেই প্রতীয়মান হইতেছে যে, ঘনসন্নিবদ্ধ সুবর্ণের পরমাণুর মধ্যেও অন্তর আছে। অন্যান্য অনেক ধাতুর সাঁন্তরতা গুণও এই রূপে পরীক্ষিত হইয়াছে।

জলাদি দ্রব দ্রব্যের পরমাণুর মধ্যেও অন্তর আছে। সম আয়তন জল ও সুরাসার মিশ্রিত হইলে তদুৎপন্ন মিশ্র পদার্থের আয়তন তাহাদের আয়তনের সমষ্টি অপেক্ষা অল্প হয়। একটী ক্ষুদ্র গেলাসে করিয়া যদি এক গেলাস জল মাপিয়া লইয়া তদপেক্ষা অন্ততঃ দ্বিগুণ জল ধরে এরূপ একটী গেলাসে রাখিয়া, তৎপরে তাহাতে সেই ক্ষুদ্র গেলাসে করিয়া এক গেলাস সুরা-সার মিশ্রিত করা যায়, তাহা হইলে সেই সুরাসার মিশ্রিত জল ক্ষুদ্র গেলাসটীর দুই গেলাস না হইয়া কিঞ্চিৎ কম হয়। অতএব স্বীকার করিতে হইবে যে, একের অণুদিগের অন্তর্গত অন্তর বা অবকাশ স্থলে অপরের অণু সকল প্রবিষ্ট হয়।

বায়বীয় বস্তুর পরমাণুর মধ্যেও অন্তর আছে। এক বিন্দু কঠিন কি তরল দ্রব্য হইতে যে বাষ্প উৎপন্ন হয়, তদ্দ্বারা একটী বৃহৎ পাত্র পরিপূর্ণ হইতে পারে। একটী কাচ কূপীর মধ্যে কিঞ্চিন্মাত্র অরুণক (আয়দীন) কিম্বা গান্ধকিক ঈথর রাখিয়া উত্তপ্ত করিলে তদুৎপন্ন বাষ্পে সমুদয় কূপী পূর্ণ হয়। এরূপ স্থলে অণু ও পরমাণুর সংখ্যা যেমন তেমনই থাকে,

সেই সকল অণু দ্বারা অধিক স্থান ব্যাপ্ত হয়, এইমাত্র। সুতরাং স্বীকার করিতে হইবে অণুদিগের অন্তরের বৃদ্ধি হয়।

কি কঠিন, কি তরল, কি বায়বীয় সকল প্রকার দ্রব্যই সান্তর। কঠিন অবস্থায় অণুদিগের মধ্যে যেরূপ অন্তর থাকে তরল অবস্থায় তাহা অপেক্ষা অধিক এবং বায়বীয় অবস্থায় তরল অবস্থা হইতেও আরও অধিক অন্তর হয়। বাষ্পীয় ও বায়বীয় অবস্থায় এই অন্তর যে কত অধিক হইতে পারে তাহা বলিতে পারা যায় না। বিন্দুমাত্র বাষ্প কি বায়বীয় পদার্থ যদি কোন পাত্রে প্রবিষ্ট হয় তাহা হইলে কঠিন ও তরল পদার্থের ন্যায় বিন্দুমাত্র স্থান অধিকার করিয়া না থাকিয়া সমুদয় পাত্রে ব্যাপ্ত হয়। একপাত্রে ভিন্ন ভিন্ন বায়বীয় পদার্থ রাখিলে উহারা তরল পদার্থের ন্যায় স্ব স্ব গুরুত্ব অনুসারে উপর্য্যুপরি অবস্থিত না হইয়া সমুদায় পাত্রে পরিব্যাপ্ত হয়। উহাদের একের অণুদিগের অন্তর্গত অবকাশ-স্থলে অন্যের অণু সমূহ প্রবিষ্ট হয়, উহাদের পরমাণুসকল যে স্থানাবরোধক নহে, তাহা নয়।

১৮। আকুঞ্চনীয়ত্ব ও প্রসারণীয়ত্ব। যে গুণ থাকাতে জড় পদার্থ সকল আকুঞ্চিত হইলে অল্পায়তন হয় তাহার নাম আকুঞ্চনীয়ত্ব, আর যে গুণ থাকাতে তাহারা প্রসারিত হইলে অধিকায়তন হয়, তাহার নাম প্রসারণীয়ত্ব। চাপ প্রাপ্ত হইলে ও শীতল হইলে জড় বস্তু সকল সঙ্কুচিত হয় এবং চাপ যত অপসৃত হয় এবং উষ্ণতার যত বৃদ্ধি হয়, ততই তাহারা প্রসারিত হয়। সম্প্রসারণ ও সঙ্কোচনের সময় জড় পদার্থের পরমাণু সকলের

সঙ্কোচ বিকাশ হয় না, তাহাদের অন্তর্গত অবকাশ বা অন্তরেরই হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে। পরমাণুর আয়তনের হ্রাস বৃদ্ধি হয়, এ কথা পণ্ডিতগণ স্বীকার করেন না।

কি কঠিন, কি তরল, কি বায়বীয় সকল প্রকার দ্রব্যেই এই দুই গুণ দৃষ্ট হয়; কিন্তু সকল দ্রব্যের এই দুই গুণ সমান নহে। পাট, তূলা, রেসম, পশম ও তন্নির্ম্মিত বস্ত্রাদি এবং কেশ, কাগজ, সোলা, প্রভৃতি দ্রব্য চাপ প্রাপ্ত হইলে বিলক্ষণ সঙ্কুচিত হয়, কিন্তু তাদৃশ চাপ প্রাপ্ত হইলে অনেক কঠিন দ্রব্যই ভগ্ন ও চূর্ণ হইয়া যায়। জলাদি তরল পদার্থকে চাপ দিয়া সঙ্কুচিত করা কঠিন; কিন্তু সমধিক চাপ প্রভাবে তাহা-দিগের আয়তনের সঙ্কোচ হইয়া থাকে, ইহা নানাবিধ সুকৌশল-সম্পন্ন পরীক্ষা দ্বারা পদার্থবিৎ পণ্ডিতেরা সপ্রমাণ করিয়াছেন। বায়বীয় দ্রব্যের উপর যত চাপ দেওয়া যায়, ততই তাহারা সঙ্কুচিত হয়; আর চাপ যত ন্যূন করা যায়, তাহারা ততই প্রসারিত হয়। চাপের তারতম্য অনুসারে আয়তনের কিরূপ তারতম্য হয়, ইহা বায়বীয় দ্রব্যে যেরূপ লক্ষিত হয়, কঠিন ও তরল দ্রব্যে সেরূপ হয় না।

তাপের ইতর বিশেষ বশতঃ কঠিন, তরল ও বায়বীয় ত্রিবিধ অবস্থাতেই জড় দ্রব্যের আয়তনের ইতর বিশেষ হইয়া থাকে। উত্তাপ বশতঃ জড় বস্তু সকল বিস্তৃত হয় ও শীত নিবন্ধন তাহারা সঙ্কুচিত হইয়া থাকে। লৌহাদি কতকগুলি ধাতু দ্রব্যও উষ্ণতার ইতর বিশেষ বশতঃ প্রসারিত ও সঙ্কুচিত হইয়া থাকে। জলাদি তরল দ্রব্য সকলও তাপের তারতম্য বশতঃ বিস্তৃত ও আকুঞ্চিত হয়। তবে কোন কোন

অবস্থায় কোন কোন দ্রব্য যে উত্তাপ নিবন্ধন বিস্তৃত না হইয়া সঙ্কুচিত হয়, তাহার অন্য কারণ আছে।

১৯। স্থিতিস্থাপকতা। যে গুণ বশতঃ জড় দ্রব্যের আয়তন কিম্বা আকারের কোনরূপ পরিবর্ত্তন হইলেও, যে বল প্রভাবে ঐ পরিবর্ত্তন হয়, সেই বলের অসদ্ভাবে তাহারা পুনরায় পূর্ব্বায়তন কি পূর্ব্বাকার প্রাপ্ত হয়, তাহার নাম স্থিতিস্থাপকতা। কি কঠিন, কি তরল কি বায়বীয়, সকল প্রকার দ্রব্য চাপ প্রভাবে আকুঞ্চিত হয় এবং চাপ অপসৃত হইলে পূর্ব্বায়তন প্রাপ্ত হয়। তাদৃশ অধিক চাপ প্রযুক্ত হইলে অনেক কঠিন দ্রব্যই ভগ্ন ও চূর্ণ হইয়া যায় এবং অনেক বায়বীয় দ্রব্যও তরলাবস্থায় পরিণত হয়। কঠিন দ্রব্য নোয়াইয়া কি বাঁকাইয়া কি টানিয়া ছাড়িয়া দিলে যে, তাহারা অনেক সময়ে পূর্ব্বাকার প্রাপ্ত হয়, তাহার কারণও এই স্থিতিস্থাপকতা। সকল বস্তু সমান স্থিতিস্থাপক নহে; রবর, বেত্র, কাচ, গজদন্ত, মার্ব্বল প্রস্তর, ইস্পাত নির্ম্মিত স্প্রীং, এই সকল কঠিন পদার্থ সমধিক স্থিতিস্থাপক। সীসক, গন্ধক, পলি মৃত্তিকা ইত্যাদিতে এই গুণ নাই বলিলেও অত্যুক্তি হয় না। কলিকাতার ভূ-দার্শনিকালয়ে এক খানি প্রস্তর আছে, তাহাকে নোয়াইতে পারা যায় এবং ছাড়িয়া দিলে পূর্ব্ববৎ সরল হয়। তাহাকে নমনীয় বালুকাপ্রস্তর বলে। যদিও কোন কোন কঠিন পদার্থ কোন কোন অবস্থায় বিলক্ষণ স্থিতিস্থাপক বটে, তথাপি তাহারা সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক নহে। কিন্তু তরল ও বায়বীয় পদার্থ সকল স্থিতিস্থাপকতা গুণের উৎকৃষ্ট উদাহরণ স্থল।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

কঠিন দ্রব্যের বিশেষ ধর্ম্ম।

জড় বস্তু সম্বন্ধীয় যে সকল গুণ বর্ণিত হইল, তৎসমুদায় কি কঠিন, কি তরল, কি বায়বীয় সকল প্রকার জড় দ্রব্যেই লক্ষিত হয়, এজন্য তাহাদিগকে জড়ের সাধারণ গুণ কহে। কিন্তু এতদ্ব্যতীত আর কতকগুলি গুণ আছে, তাহা বিশেষ বিশেষ অবস্থায়, কিম্বা বিশেষ বিশেষ দ্রব্যে দৃষ্ট হয়, সুতরাং তাহাদিগকে জড়ের সাধারণ গুণ বলিতে পারা যায় না। যে সকল গুণ কোন কোন অবস্থায় কিম্বা কোন কোন দ্রব্যকে আশ্রয় করিয়া থাকে তাহাদিগকে জড়ের অসাধারণ বা বিশেষ গুণ বলা যায়। কঠিনত্ব, তরলত্ব ও বায়বীয়ত্ব, এই তিনটী গুণ যথাক্রমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় অবস্থায় দৃষ্ট হয়, সুতরাং ইহারা কঠিন, তরল ও বায়বীয় দ্রব্যের অসাধারণ বা বিশেষ ধর্ম্ম, দ্রব্য মাত্রেরই সাধারণ ধর্ম্ম নহে। আবার কঠোরত্ব, ভঙ্গপ্রবণতা প্রভৃতি গুণগুলি কেবল কঠিন দ্রব্যে দৃষ্ট হয়, তরল ও বায়বীয় দ্রব্যে লক্ষিত হয় না, সুতরাং উহারা কঠিন পদার্থের অসাধারণ বা বিশেষ ধর্ম্ম।

২০। কঠিনত্ব। জড় বস্তুর পরমাণু সকল দৃঢ়রূপে পরস্পরের সহিত সন্নিবদ্ধ হইলে যে গুণ প্রাপ্ত হয়, তাহার নাম কঠিনত্ব। এই কাঠিন্য গুণ বশতঃ জড় বস্তু সকল এক একটী নির্দ্দিষ্ট আকার বিশিষ্ট হয়। কঠিন দ্রব্য ভিন্ন অন্য কোন

দ্রব্যের নির্দ্দিষ্ট আকার নাই, তাহাদিগকে যেমন পাত্রে রাখা যায়, তদনুরূপ আকৃতি ধারণ করে। সকল কঠিন দ্রব্যে এই কঠিনত্ব গুণ সমান পরিমাণে দৃষ্ট হয় না। কোন কোন দ্রব্য ঈষৎ উত্তপ্ত হইলেই তরলাকার ধারণ করে, আবার কোন কোন দ্রব্য এরূপ কঠিন যে অত্যন্ত উত্তপ্ত হইলেও দ্রব হয় না। যাহা হউক, অল্প পরিমাণেই হউক আর অধিক পরিমাণেই হউক, কঠিন দ্রব্য মাত্রেই এই গুণ দৃষ্ট হয়। ফলতঃ, এই গুণ থাকাতেই তাহাদিগকে কঠিন পদার্থ বলা যায়।

২১। কঠোরত্ব ও কোমলত্ব। যে গুণ থাকাতে এক বস্তু অন্য বস্তু দ্বারা সহসা অঙ্কিত হয় না, তাহাকে কঠোরতা বলে। যদি দুইটি বস্তু এরূপ হয় যে, তাহাদিগের একের দ্বারা অপরটীকে অঙ্কিত করিতে পারা যায়, তাহা হইলে প্রথমটীকে দ্বিতীয়টী অপেক্ষা কঠোর ও দ্বিতীয়টীকে প্রথমটী অপেক্ষা কোমল বলা যায়। কোমলত্ব ও কঠোরত্ব পরস্পর বিরুদ্ধ ধর্ম্ম নয়। বস্তুতঃ কঠোরতা একটী আপেক্ষিক গুণ মাত্র। এক বস্তুর সহিত তুলনা করিলে যাহাকে কঠোর বোধ হয়, তাহাকেই আবার অন্য এক বস্তুর সহিত তুলনায় অতিশয় কোমল বা মৃদু বলিয়া বিবেচনা হইয়া থাকে। কাচকে ছুরি দ্বারা অঙ্কিত করিতে পারা যায় না, কিন্তু হীরক দ্বারা অনায়াসে কাটিতে পারা যায়। সুতরাং কাচ ইস্পাত অপেক্ষা কঠোর ও হীরক অপেক্ষা মৃদু। এমন কঠিন বস্তুই নাই, যাহা হীরক দ্বারা অঙ্কিত হয় না। পরন্ত, হীরককে অঙ্কিত করিতে পারে, এমন কঠিন বস্তু কুত্রাপি দেখিতে পাওয়া যায় না। এই নিমিত্ত হীরককে সর্ব্বাপেক্ষা কঠিন পদার্থ

বলিয়া স্বীকার করা যায়। কঠোরতার সহিত ঘনত্বের কোন সম্পর্ক নাই। অধিক ঘন কি অধিক ভারী হইলেই যে অধিক কঠোর হয়, এমত নহে। স্বর্ণ ও প্লাটিনম্ কাচ অপেক্ষা ভারী কিন্তু তাদৃশ কঠোর নহে। ইস্পাত কাঞ্চন অপেক্ষা লঘু, কিন্তু তদপেক্ষা বিলক্ষণ কঠোর।

কতকগুলি ধাতুকে ইচ্ছামত কঠোর ও মৃদু করা যাইতে পারে। ইস্পাতকে অত্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া সহসা জলমগ্ন করিলে উহা কাচ অপেক্ষা কঠোর হইয়া উঠে; কিন্তু ক্রমে ক্রমে শীতল করিলে অপেক্ষাকৃত মৃদু হয়।

২২। ভঙ্গ প্রবণতা। যে গুণ থাকাতে কোন কোন দ্রব্য অল্পাঘাতেই খণ্ড খণ্ড হইয়া যায়, তাহার নাম ভঙ্গপ্রবণতা। কঠোর পদার্থ মাত্রই ভঙ্গপ্রবণ; কাচ যেমন কঠোর তেমনই ভঙ্গপ্রবণ। লৌহ, ইস্পাত, পিত্তল, তাম্র প্রভৃতি বস্তুকে উত্তপ্ত করিয়া সহসা শীতল করিলে অত্যন্ত ভঙ্গপ্রবণ হয়।

২৩। আঘাতসহত্ব। যে গুণ থাকাতে কতকগুলি কঠিন জড়বস্তু আঘাত প্রাপ্ত হইলে ভগ্ন না হইয়া পার্শ্বের দিকে বিস্তৃত হয়, তাহাকে আঘাতসহত্ব বলে। এই গুণ থাকাতেই স্বর্ণাদি ধাতু দ্রব্য পিটিয়া পাত প্রস্তুত করিতে পারা যায়। কঠিন ধাতুদ্রব্য মাত্রই আঘাতসহ, কিন্তু সকল ধাতু সমান আঘাতসহ নহে। সীসক, রাঙ, স্বর্ণ, দস্তা, রৌপ্য, তাম্র, প্লাতিনম্, লৌহ ইহারা সকলেই বিলক্ষণ আঘাতসহ, কিন্তু পূর্ব্ব পূর্ব্বটি অপেক্ষা উত্তর উত্তরটিকে পিটিয়া সহজে পাত প্রস্তুত করিতে পারা যায়। পরন্তু, স্বর্ণকে পিটিয়া যাদৃশ সূক্ষ্ম পাত প্রস্তুত করা যাইতে পারে, আর কোন দ্রব্যকে পিটিয়া তাদৃশ

সূক্ষ্ম পাত প্রস্তুত করিতে পারা যায় না। পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে, স্বর্ণের পাত এমন পাতলা হইতে পারে যে, তাহার দশ লক্ষ খানি উপর্য্যুপরি রাখিলেও এক ইঞ্চি পুরু হয় না।

দ্রব্যের উষ্ণতা অনুসারে আঘাতসহত্ব গুণের তারতম্য হইয়া থাকে, কাচ যে এত ভঙ্গপ্রবণ তাহাও সমধিক উষ্ণ হইলে আঘাতসহ হয়। ৫০০০ বা ৪০০০ অংশ পরিমাণে উষ্ণ হইলে, দস্তাও যার পর নাই আঘাতসহ হইয়া উঠে। লৌহও অত্যন্ত উত্তপ্ত হইলে এই গুণ প্রাপ্ত হয়। কিন্তু সীসক ও তাম্র যখন শীতল থাকে তখনই তাহাদিগকে পিটিয়া উত্তম পাত প্রস্তুত করা যাইতে পারে।

২৪। তান্তবতা। যে গুণ থাকাতে কতকগুলি দ্রব্যকে টানিয়া তন্তু অর্থাৎ তার প্রস্তুত করিতে পারা যায়, তাহার নাম তান্তবতা। আঘাতসহত্ব গুণের সহিত তান্তবতা গুণের কোন সম্পর্ক নাই। যাহার পাতলা পাত হয়, তাহারই যে সরু তার হয়, এমন নয়। লৌহের তার যাদৃশ সূক্ষ্ম হয়, পাত তাদৃশ সূক্ষ্ম হয় না। রাং ও সীসাকে পিটিয়া উত্তম পাত প্রস্তুত করা যাইতে পারে, কিন্তু তাহাদিগকে টানিয়া তার প্রস্তুত করিতে পারা যায় না। প্লাটিনম্, রৌপ্য, তাম্র, স্বর্ণ, দস্তা, রাং, সীসক ইহাদিগের মধ্যে পূর্ব্ববর্ত্তী গুলি অপেক্ষা পরবর্ত্তী গুলিতে এই গুণ ক্রমশঃ অল্প পরিমাণে লক্ষিত হয়। বস্তুতঃ প্লাটিনম্ অর্থাৎ সিতকাঞ্চন নামক ধাতুর তান্তবতা গুণ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক। কেহ কেহ ইহার এরূপ সূক্ষ্ম তার প্রস্তুত করিয়াছেন, যে তাহার ব্যাস এক ইঞ্চির একলক্ষ ভাগের তিন ভাগ মাত্র।

২৫। টানসহত্ব বা ভারসহত্ব। যে গুণ থাকাতে কতকগুলি বস্তুকে টানিয়া সহজে ছিন্ন করিতে পারা যায় না, তাহার নাম টানসহত্ব। যে বস্তুর উপর ভার চাপাইয়া দিলে সহজে ভগ্ন হয়, তাহার অগ্রভাগে ভার ঝুলাইয়া দিলে যে সহজে ছিন্ন হয়, এমত নয়। কাচকে অনায়াসেই ভাঙ্গিতে পারা যায়, কিন্তু টানিয়া ছিন্ন করা তাদৃশ সহজ নয়। কোন কাচনলের উপরে ভার চাপাইয়া দিলে শীঘ্র ভগ্ন হইয়া যায়, কিন্তু তাহার অগ্রভাগে ভার ঝুলাইয়া দিলে সহজে ছিঁড়িয়া পড়ে না। বস্তুতঃ, যে বস্তুর টানসহত্ব গুণ অধিক, তাহার অগ্রভাগে ভার ঝুলাইয়া দিলে অধিক ভার সহিতে পারে; আর যাহার টানসহত্ব গুণ অল্প, তাহা অল্প ভার সহিতে পারে। এজন্য টানসহত্ব গুণের আর একটী নাম ভারসহত্ব। পাট, শণ, চর্ম্ম প্রভৃতি কয়েকটী দ্রব্যে এই গুণ সমধিক পরিমাণে দৃষ্ট হয়।

দ্বিতীয় অধ্যায়।

শক্তি।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

আণবিক শক্তি।

২৬। জড়পদার্থ নিষ্ক্রিয়। জড়পদার্থ নিজে কোন ক্রিয়া সম্পাদনে সমর্থ নহে। যদ্দ্বারা জড়পদার্থ সংক্রান্ত ব্যাপার সকল সম্পাদিত হয় তাহার নাম শক্তি। শক্তি সম্পন্ন না হইলে জড়পদার্থ স্পন্দিত হয় না, শবের ন্যায় পড়িয়া থাকে। জড়পদার্থরূপ শবের উপর যখন শক্তি নৃত্য করেন, তখনই জগৎ-কার্য্য হইয়া থাকে। শক্তি যে কি তাহা আমরা বলিতে পারি না। যদ্দ্বারা জড়পদার্থ চালিত হইয়া ক্রিয়া সম্পাদনে সমর্থ হয়, তাহাকেই আমরা শক্তি বলিয়া থাকি। শক্তির কার্য্য কর্ষণ। এই কর্ষণ আবার আকর্ষণ ও বিকর্ষণ ভেদে দ্বিবিধ। যদ্দ্বারা জড় বস্তু সকল পরস্পরের সন্নিকৃষ্ট বা নিকটবর্ত্তী হয়, কি হইতে চেষ্টা করে, তাহার নাম আকর্ষণ; আর যদ্দ্বারা তাহারা বিপ্রকৃষ্ট বা দূরবর্ত্তী হয়, কি হইতে চেষ্টা করে তাহার নাম বিকর্ষণ। যদ্দ্বারা জড় দ্রব্যের অণু সকল পরস্পরের দিকে আকৃষ্ট হয় তাহার নাম আণবিক আকর্ষণ, আর যদ্দ্বারা তাহাদের অণু সকল দূরবর্ত্তী হয়, তাহার নাম আণবিক বিকর্ষণ। যদ্দ্বারা যাবতীয় জড়পদার্থ পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া পর-

স্পরের অভিমুখী হয়, তাহার নাম মহাকর্ষণ, আর যদ্দ্বারা পৃথিবীস্থ দ্রব্য সকল পৃথিবীর কেন্দ্র বা মধ্যাভিমুখে আকৃষ্ট হয় তাহার নাম মাধ্যাকর্ষণ। মাধ্যাকর্ষণ, মহাকর্ষণেরই একটী রূপ মাত্র। জড় জগতে যত বস্তু আছে তৎ সমুদয়ই এই মহাকর্ষণের অধীন। এই মহাকর্ষণ-সূত্রে সমুদয় পদার্থ সম্বদ্ধ হইয়া রহিয়াছে। ইহা সমুদয় বিশ্বব্যাপী এই নিমিত্ত ইহাকে সঙ্কর্ষণ বলা যায়। বোধ হয়, এই সঙ্কর্ষণী শক্তি জড়পদার্থ সংক্রান্ত যাবতীয় প্রাকৃতিক কার্য্যের মূলীভূত।

জড় দ্রব্য মাত্রেরই অণুসকল তাপ প্রভাবে প্রতিকৃষ্ট হয়, আর তাপের যত হ্রাস হয়, ততই তাহারা সন্নিকৃষ্ট হয়; এই নিমিত্ত আণবিক বিকর্ষণ ও তাপ অভিন্ন বলিয়া বোধ হয়। সকলেই জানেন এক একটী জড় দ্রব্যের অণুসকল পরস্পরের সহিত একত্র সংহত হইয়া থাকে, ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের অণুসকল পরস্পরের সহিত সংসক্ত বা মিলিত হইয়া যায় এবং কখন কখন সংযুক্ত হইয়া গুণান্তর প্রাপ্ত হয়। অতএব দৃষ্ট হইতেছে, জড় বস্তুর অণুসকল তাপ, সংহতি, সংসক্তি ও সম্বন্ধের অধীন। তাপের বিবরণ পরে লিখিত হইবে। আমরা সম্প্রতি সংক্ষেপে সংহতি, সংসক্তি ও সম্বন্ধের বিবরণ লিখিতে প্রবৃত্ত হইলাম।

২৭। আণবিক আকর্ষণ। আণবিক আকর্ষণ ও আণবিক বিকর্ষণ ভেদে আণবিক শক্তি দ্বিবিধ। যে শক্তি দ্বারা জড় পদার্থের অণুসকল পরস্পরের নিকটবর্ত্তী হয়, তাহার নাম অণ্বাকর্ষণ, আণবিক আকর্ষণ বা আণুকাকর্ষণ; আর যাহার প্রভাবে তাহারা দূরবর্ত্তী হয়, তাহার নাম আণবিক বিকর্ষণ বা আণুকবিকর্ষণ। তাপ প্রভাবে দ্রব্যের অণুসকল দূরবর্ত্তী

হয় দেখিয়া, অনেকে মনে করেন, আণবিক বিকর্ষণ ও তাপ একই পদার্থ। কিন্তু আণবিক বিকর্ষণ যে কি তাহা আমরা নিশ্চয় বলিতে পারি না।

সংহতি, সংসক্তি ও সম্বন্ধ ভেদে আণবিকাকর্ষণ ত্রিবিধ। যদ্দ্বারা জড় দ্রব্যের অণুগণ পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া একত্র হইয়া থাকে, তাহার নাম সংহতি। যে শক্তি-প্রভাবে ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের অণুসকল সংসক্ত, অর্থাৎ মিলিত হয়, তাহার নাম সংসক্তি। আর যাহা দ্বারা ভিন্ন ভিন্ন মূল পদার্থের পরমাণুসকল সংযুক্ত হইয়া গুণান্তর প্রাপ্ত হয়, তাহার নাম রাসায়নিক সম্বন্ধ। এই রাসায়নিক সম্বন্ধকে কখন কখন রাসায়নিক আকর্ষণ বলা যায়।

সংহতি।

২৮। সংহতি। জড় বস্তু সকল অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অণুসমূহের সমষ্টি মাত্র, ইহা পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে। যে শক্তি দ্বারা জড় দ্রব্যের অণুসকল একত্র হইয়া থাকে, তাহার নাম সংহতি। সংহতির পরাক্রম তাদৃশ অধিক হইলে সংঙ্ঘাত-কঠিন ভাবের উৎপত্তি হয়। কঠিন অপেক্ষা তরলাবস্থায় সংহতির প্রভাব অনেক অল্প এবং বায়বীয় অবস্থায় তাহার আর কোন লক্ষণই লক্ষিত হয় না। উষ্ণতার যত বৃদ্ধি হয়, সংহতির পরাক্রমও তত হ্রাস হইয়া আইসে। এই নিমিত্ত উত্তপ্ত হইলে কঠিন দ্রব্য দ্রব ও দ্রব দ্রব্য বাষ্প হইয়া যায়। বরফ, জল ও জলীয় বাষ্প তিনই এক পদার্থের ভিন্ন ভিন্ন রূপ মাত্র। যখন সংহতির আধিক্য হয়, তখন জল জমিয়া বরফ হয়; আর যখন উষ্ণতার সমধিক বৃদ্ধি হওয়াতে সংহতির

বল নিতান্ত অল্প হইয়া আইসে, তখন উহা বাষ্পাকার ধারণ করে।

পরমাণুগণের ভিন্ন ভিন্ন প্রকার বিনিবেশ বশতঃ সংহতির অনেক তারতম্য হইয়া থাকে; এবং তন্নিবন্ধন কঠিন দ্রব্যের ভারসহত্ব, কঠোরত্ব, আঘাতসহত্বাদি গুণেরও অনেক ইতর বিশেষ দৃষ্ট হয়।

যে স্থানে তরল দ্রব্য অধিক পরিমাণে থাকে সে স্থানে মাধ্যাকর্ষণেরই প্রভাব অধিক। এজন্য তথায় তরল দ্রব্যের কোন নির্দ্দিষ্ট আকার দৃষ্ট হয় না। কিন্তু যেখানে কোন তরল বস্তু অতিশয় অল্প পরিমাণে থাকে, সেখানে সংহতির বলে উহা গোলাকৃতি প্রাপ্ত হয়। যিনি প্রাতঃকালীন পরম রমণীয় মুক্তাফল সদৃশ তুহিন-কণিকা সকল অবলোকন করিয়াছেন, সংহতি প্রভাবে তরল পদার্থের কি প্রকার আকার হয়, তাহা তাঁহার অবিদিত নাই।

সংসক্তি।

২৯। সংসক্তি। যে শক্তি দ্বারা সন্নিকৃষ্ট দ্রব্যের অণুসকল আকৃষ্ট হইয়া সম্মিলিত বা সংসক্ত হয় তাহার নাম সংসক্তি। এক একটী দ্রব্যের অণুসকল সংহতিপ্রভাবে একত্র হইয়া থাকে; কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্য সন্নিকৃষ্ট হইলে কখন কখন যে তাহারা এরূপ সংসক্ত হয় যে তাহাদিগকে সহজে বিচ্ছিন্ন করিতে পারা যায় না তাহার কারণ এই সংসক্তি। কি কঠিন, কি তরল, কি বায়বীয়, সকল অবস্থাতেই ভিন্ন ভিন্ন জড় দ্রব্যের অণুসকল সংসক্তিপ্রভাবে পরস্পরের সহিত মিলিত হয়, নিম্নে তাহার কতিপয় উদাহরণ প্রদর্শন করা যাইতেছে।

১মতঃ। কঠিন দ্রব্যের সহিত কঠিন দ্রব্যের সংসক্তি। দুইখানি অতি মসৃণ সীসকের পাত, অথবা পরিষ্কার কাচ উপর্য্যুপরি রাখিয়া কিঞ্চিৎ চাপ দিলে এরূপ মিলিত হইয়া যায় যে, পুনরায় তাহাদিগকে পৃথক্ করিতে বল প্রয়োগ করা আবশ্যক হয়। একখানি তীক্ষ্ণ ছুরিকা দ্বারা একখণ্ড রবরকে কাটিয়া যদি কর্ত্তিত মুখ দুইটি ধরিয়া অবিলম্বে চাপ দেওয়া যায়, তাহা হইলে তাহারা মিলিয়া পুনর্ব্বার এক হইয়া যায়। যেরূপ সীসকের সহিত সীসকের, কাচের সহিত কাচের, রবরের সহিত রবরের সংসক্তি আছে, সেইরূপ একজাতীয় দ্রব্যের সহিত ভিন্ন জাতীয় দ্রব্যেরও সংসক্তি দেখিতে পাওয়া যায়। সীসকের পাত টিনের পাতের সহিত ও রৌপ্যের পাত তাম্র পাতের সহিত সংসক্ত হয়। একজাতীয় দ্রব্যের সহিত অন্য জাতীয় দ্রব্যের সংসক্তি না থাকিলে, আমরা পেন্সিল দ্বারা কাগজে, কি খড়ি দিয়া কাষ্ঠ-ফলকে লিখিতে কখনই সমর্থ হইতাম না।

২য়তঃ। কঠিন দ্রব্যের সহিত তরল দ্রব্যের সংসক্তি। জলে অঙ্গুলি মগ্ন করিয়া তুলিয়া লইলে উহা জলে সিক্ত হয় এবং উহার অগ্রভাগে এক বিন্দু জল সংলগ্ন থাকে, অঙ্গুলির সহিত জলের সংসক্তিই ইহার কারণ। জলের সহিত বস্ত্র, কাষ্ঠ, কাচ প্রভৃতি দ্রব্যের সংসক্তি থাকাতেই তাহারা তৎকর্ত্তৃক সিক্ত হয়, কিন্তু পারদের সহিত সেরূপ সংসক্তি না থাকাতে তদ্দ্বারা আর্দ্র হয় না। ফলতঃ, সংসক্তি না থাকিলে কঠিন বস্তু সকল তরল বস্তু সংস্পর্শে কখনই আর্দ্র হইত না। চিনি ও লবণের সহিত জলের সংসক্তি থাকাতে তাহারা

উহাতে দ্রব হয়। কর্পূরের সহিত জলের সংসক্তি নাই, এজন্য কর্পূর জলে দ্রব হয় না। কিন্তু সুরার পরমাণুর সহিত কর্পূরের পরমাণুর সংসক্তি নিবন্ধন উহা সুরাতে দ্রব হইয়া থাকে।

কৈশিকতা। কৈশিকোন্নতি ও কৈশিকাবনতি ভেদে কৈশিকতা দ্বিবিধ। কেশ সদৃশ সূক্ষ্ম ছিদ্রসম্পন্ন কোন একটী কাচনির্ম্মিত নলের উভয় মুখ অনাচ্ছাদিত রাখিয়া লম্বভাবে জলমগ্ন করিলে উহার পার্শ্বদেশে ও অভ্যন্তরে জল কিঞ্চিৎ উন্নত হইয়া উঠে এবং উহার ছিদ্র যত সূক্ষ্ম হয়, অভ্যন্তরস্থ জলের উন্নতিও তত অধিক হইয়া থাকে। যদি জলমগ্ন না করিয়া, পারাতে ঐ প্রকার নল নিমগ্ন করা যায়, তাহা হইলে উহার পার্শ্বদেশে ও অভ্যন্তরের পারদের অবনতি দেখা যায়। কেশসদৃশসূক্ষ্ম ছিদ্রবিশিষ্ট, অর্থাৎ কৈশিক নলে, এই ব্যাপারটী দৃষ্ট হয় বলিয়া ইহার নাম কৈশিকতা। কৈশিক নলের অভ্যন্তরে কোন তরল পদার্থ উন্নত হইয়া উঠিলে তাহাকে কৈশিকোন্নতি এবং অবনত হইয়া পড়িলে তাহাকে কৈশিকাবনতি কহে। যে শক্তি দ্বারা সূক্ষ্ম ছিদ্র বিশিষ্ট নলে জলাদি উন্নত হইয়া উঠে, তাহাকে পূর্ব্বে কৈশিকাকর্ষণ বলিত। ফলতঃ, কৈশিক উন্নতি ও কৈশিক অবনতি যে যথাক্রমে জল ও পারদের সহিত নলের সংসক্তির সদ্ভাব ও অসদ্ভাব নিবন্ধন হইয়া থাকে, তাহার সন্দেহ নাই। এইরূপ উন্নতি ও অবনতি স্থলে, জল ও পারদাদির উপরিভাগ যথাক্রমে কমঠপৃষ্ঠাকার ও কটাহাকার ধারণ করে।

স্পঞ্জ প্রভৃতি সচ্ছিদ্র দ্রব্যের কিয়দংশ জলমগ্ন করিলে

সমুদায়টী যে আর্দ্র হয়, এই কৈশিকতাই তাহার কারণ। উহা-দিগের এক একটী ছিদ্র এক একটী কৈশিক নলের স্বরূপ; এই নিমিত্ত তন্মধ্য দিয়া জল উত্থিত হয়। কোন পাত্রে একটী লবণ পিণ্ড স্থাপন করিয়া, তাহার নীচে কিঞ্চিৎ তুঁতের জল ঢালিয়া দিলে, ঐ জল উহার ঊর্দ্ধদেশ পর্য্যন্ত উত্থিত হইয়া ক্রমে ক্রমে সমুদায়টীকে নীলবর্ণ করে। যদি কোন জলপূর্ণ পাত্রে এক গোছা কার্পাস সূত্র এপ্রকারে স্থাপন করা যায় যে, তাহার এক প্রান্ত জলে মগ্ন থাকে ও অপর প্রান্ত অন্য একটী পাত্র মধ্যে স্থাপিত হয়, তাহা হইলে সূত্র দিয়া জল উঠিয়া ক্রমে ক্রমে দ্বিতীয় পাত্রে পড়ে।

এই কৈশিকতার প্রভাবেই প্রদীপের বর্ত্তি দিয়া তৈল উত্থিত হয় এবং মৃত্তিকা হইতে জল উত্থিত হইয়া বৃক্ষাদির শরীরের পুষ্টি সাধন করে। বৃষ্টির জল ভূমিতে প্রবেশ করিয়া তথা হইতে পুনরুত্থিত হইয়া যে প্রাচীরাদি আর্দ্র করে, এই কৈশিকতাই তাহারও কারণ।

৩য়তঃ। কঠিন দ্রব্যের সহিত বায়বীয় দ্রব্যের সংসক্তি। যেরূপ কঠিন ও তরল দ্রব্যের সহিত কঠিন দ্রব্যের সংসক্তি হয়, বায়বীয় বস্তুর সহিতও সেইরূপ হইয়া থাকে। যদিও লৌহ জল অপেক্ষা আট গুণ ভারী, তথাপি বায়ুর সহিত সংসক্ত থাকায় লৌহচূর্ণ আস্তে আস্তে জলে নিক্ষিপ্ত হইলে মগ্ন না হইয়া ভাসিতে থাকে। অঙ্গারের সহিত নানাবিধ বায়বীয় পদার্থের সংসক্তি প্রযুক্ত চিকিৎসালয়ে দুর্গন্ধময় বায়ু নষ্ট করিবার জন্য কয়লাপূর্ণ ঝুড়ি টাঙ্গাইয়া রাখে।

৪র্থতঃ। তরল দ্রব্যের সহিত তরল দ্রব্যের সংসক্তি। সুরার সহিত জল মিশ্রিত হয়, দুগ্ধও জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া থাকে, কিন্তু তৈল ও জল মিশ্রিত হয় না। ইহার কারণ সুরা ও দুগ্ধের সহিত জলের সংসক্তি আছে, কিন্তু তৈলের সহিত উহার সংসক্তি নাই।

অন্তর্ব্বাহ ও বহির্ব্বাহ। এই স্থলে অন্তর্ব্বাহ ও বহির্ব্বাহ সম্বন্ধে কিঞ্চিৎ বলা আবশ্যক। যদি কোন তরল পদার্থ পরিপূর্ণ পাত্রের একমুখ সূক্ষ্ম চর্ম্মাবৃত করিয়া অন্য এক প্রকার তরলপদার্থ পরিপূর্ণ পাত্রে নিমগ্ন করা যায়, আর যদি দুইটী তরল পদার্থের পরস্পরের সহিত সংসক্তি থাকে, তাহা হইলে চর্ম্মের মধ্য দিয়া একটী প্রবাহ বাহির হইতে ভিতরে প্রবেশ করে; এবং আর একটী প্রবাহ ভিতর হইতে বাহিরে আইসে। এই দুইটি প্রবাহকে অন্তর্ব্বাহ ও বহির্ব্বাহ বা অন্তঃপ্রবাহ ও বহিঃপ্রবাহ বলে।

৫মতঃ। তরল দ্রব্যের সহিত বায়বীয় পদার্থের সংসক্তি। জলাদিতে অনেক গুলি বায়বীয় দ্রব্য দ্রব হইয়া থাকে; কিন্তু সকল বায়ু সমান পরিমাণে দ্রব হয় না। এক ভাগ জলে ৫০০ পাঁচশত ভাগ আমোনিয়া এবং ১০০ এক শত ভাগ জলে ৩ ভাগ মাত্র অম্লজনক বায়ু দ্রব হয়।

রাসায়নিক সম্বন্ধ।

কতিপয় মূল জড় পদার্থের পরস্পর সংযোগে এই বিশ্বসংসারস্থ যাবতীয় জড় বস্তু বিরচিত হইয়াছে। যেরূপ বর্ণমালার কয়েকটী বর্ণ সংযোগে যাবতীয় শব্দই লিখিত হইতে পারে; সেই রূপ কয়েক প্রকার মূল জড় পদার্থ হইতে নিখিল জড়

দ্রব্যের উৎপত্তি হইয়াছে। এই কয়েকটী দ্রব্যের ভিন্ন ভিন্ন প্রকার সংযোগে ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের উৎপত্তি হয়। সংসারে এমন বস্তুই নাই, যাহা ইহাদের এক দুই বা ততোধিক পদার্থ-ঘটিত্ত নহে। যে বস্তু মূল পদার্থ নয়, তাহা অন্ততঃ দ্বিবিধ মূল পদার্থ সংযোগে সমুৎপন্ন।

৩০। রাসায়নিক সম্বন্ধ। যে শক্তি দ্বারা ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের পরমাণু সকল পরস্পর আকৃষ্ট হইলে, সর্ব্বতোভাবে ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত একটী নূতন পদার্থের উৎপত্তি হয়, তাহাকে রাসায়নিক আকর্ষণ বা রাসায়নিক সম্বন্ধ কহে। সংহতিপ্রভাবে কেবল এক জাতীয় অণু সকল আকৃষ্ট হয়; কিন্তু সম্বন্ধ দ্বারা বিসদৃশ-গুণবিশিষ্ট পরমাণুসকল সংযুক্ত হইয়া থাকে। সংহতিপ্রভাবে গন্ধকের অণুসকল গন্ধকের অণুর সহিত এবং পারদের অণুসকল পারদের অণুর সহিত সম্বদ্ধ হইয়া থাকে। কিন্তু সম্বন্ধের প্রভাবে পারদের পরমাণু গন্ধকের পরমাণুর সহিত সংযুক্ত হইয়া একটী স্বতন্ত্র পদার্থ উৎপাদন করে।

সংহতি দ্বারা একটী জলীয় অণু অন্য একটী জলীয় অণুর সহিত একত্র হইয়া থাকে; কিন্তু সম্বন্ধ দ্বারা দুইটী ভিন্ন ভিন্ন বায়বীয় দ্রব্যের পরমাণু সকল পরস্পর সংযুক্ত হইলে জলের উৎপত্তি হয়। মূল পদার্থের পরমাণুসকল কেবল সংহতির অধীন, কিন্তু যৌগিক পদার্থের অণুসমূহ সংহতি ও সম্বন্ধ উভয়েরই অধীন।

সংসক্তি দ্বারা ভিন্ন জাতীয় অণু সকল আকৃষ্ট হয় বটে, কিন্তু তাহাদের গুণান্তর হয় না। পরন্তু রাসায়নিক সম্বন্ধে সম্বদ্ধ হইলে গুণের সম্পূর্ণ অন্যথা হয়। অম্লজনক বায়ু,

অজনক বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইলে, তাহাদের কাহারও কোন গুণের ব্যত্যয় হয় না; কিন্তু রাসায়নিকাকর্ষণ প্রভাবে উভয়ে সংযুক্ত হইলে, সম্পূর্ণ গুণান্তর দৃষ্ট হয়। অম্লজনক বায়ু দাহক ও অজনক বায়ু দাহ্য; কিন্তু এই দুয়ের রাসায়নিক সংযোগে যে জল উৎপন্ন হয়, তাহা না দাহক, না দাহ্য, প্রত্যুত: অগ্নিনির্ব্বাপক। যে লবণ আমাদের একটী প্রধান ভোজ্যোপকরণ তাহা হরিতক নামক হরিদ্বর্ণ বায়ু ও লবণজনক নামক এক প্রকার লঘু ধাতু হইতে উৎপন্ন হইয়াছে। কিন্তু স্বতন্ত্রাবস্থায় এই উভয় দ্রব্যই প্রাণনাশক। আমরা যে বায়ু-সাগরে নিমগ্ন রহিয়াছি, তাহা অম্লজনক ও যবক্ষারজনক নামক দুইটী বায়ু মিশ্রিত হইয়া উৎপন্ন হইয়াছে, এজন্য বায়ুতে ইহাদিগের উভয়েরই গুণের উপলব্ধি হইয়া থাকে। কিন্তু এই দুয়ের কোন বিশেষ পরিমাণে রাসায়নিক সংযোগে যে দ্রব্য জন্মে তাহার সহিত জল সংযোগে যবক্ষার দ্রাবক নামে যে তরল পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহা এরূপ তেজস্বী যে, তাহাতে স্বর্ণ ও প্লাতিনম্ ব্যতীত তাবৎ ধাতুই দ্রব হয়। গন্ধক একটি হরিদ্রাবর্ণ কঠিন পদার্থ এবং অম্লজনক ও অজনক বর্ণহীন বায়বীয় পদার্থ; কিন্তু ইহাদিগের রাসায়নিক সংযোগে গন্ধক দ্রাবক বা মহাদ্রাবকের উৎপত্তি হয়। এই মহাদ্রাবকের সহিত লৌহ সংযোগে উজ্জ্বল হরিদ্বর্ণ হীরাকস উৎপন্ন হয়। তাম্র রক্তবর্ণ; কিন্তু গন্ধকদ্রাবকে দ্রব হইলে যে তুঁতে উৎপন্ন হয় তাহার বর্ণ গাঢ় নীল। অঙ্গার, অম্লজনক ও অজনক ইহারা সকলেই স্বাদবিহীন; কিন্তু ইহাদিগেরই পরস্পর

সংযোগে অতি সুস্বাদ শর্করা উৎপন্ন হয়। যবক্ষারজনক ও অম্লজনক ইহারা উভয়েই গন্ধবিহীন; কিন্তু তদুৎপন্ন আমোনিয়া অতি তীব্রগন্ধবিশিষ্ট। প্রায় যাবতীয় সুরভি দ্রব্যই অঙ্গারের সহিত অম্লজনক ও অজনক বায়ুর যোগে উৎপন্ন হয়। অতএব দৃষ্ট হইতেছে রাসায়নিক সংযোগস্থলে জড় বস্তুর সম্পূর্ণ গুণান্তর হইয়া থাকে। বর্ণহীন দ্রব্য সকলের পরস্পর সংযোগে উত্তম উত্তম বর্ণ বিশিষ্ট দ্রব্যের উৎপত্তি হয়। কোথাও বা একরূপ বর্ণ, বর্ণান্তরে পরিণত হয়; কোথাও বা স্বাদবিহীন দ্রব্য সংযোগে সুস্বাদু দ্রব্য জন্মে; এবং কোথাও বা গন্ধবিহীন বস্তু হইতে সুগন্ধি দ্রব্যের উৎপত্তি হয়।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

সঙ্কর্ষণী শক্তি।

মহাকর্ষণ ও মাধ্যাকর্ষণ।

৩১। মহাকর্ষণ। কি বৃহৎ, কি ক্ষুদ্র, কি স্থূল, কি সূক্ষ্ম, তাবৎ বস্তুই নিয়ত পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে। পৃথিবীস্থ তাবৎ বস্তুই পৃথিবী কর্তৃক আকৃষ্ট হইতেছে এবং তাহারাও পৃথিবীকে ও পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে। এই সঙ্কর্ষণী শক্তি যে শুদ্ধ পৃথিবীস্থ দ্রব্যের ধর্ম্ম, এমন নয়; চন্দ্র, সূর্য্য, গ্রহ, নক্ষত্রাদিতেও ইহা লক্ষিত হয়। ফলতঃ এই অসীম

ব্রহ্মাণ্ডে বোধ হয়, এমন স্থান নাই, যেখানে এই শক্তির প্রভাব অনুভূত না হয়।

যে শক্তি প্রভাবে ব্রহ্মাণ্ডস্থ যাবতীয় জড়বস্তু পরস্পরকে আকর্ষণ করে তাহাকে মহাকর্ষণ বলে। আণবিক আকর্ষণ যেরূপ বস্তু সকল নিতান্ত সন্নিকৃষ্ট না হইলে স্বীয় প্রভাব প্রকাশ করিতে সমর্থ হয় না, মহাকর্ষণ সেরূপ নহে। বহু-দূরস্থ বস্তু সমূহও ইহার প্রভাবে পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া থাকে। সূর্য্য হইতে ৯,৫০,০০,০০০ নয় কোটী পঞ্চাশ লক্ষ মাইল অন্তরে থাকিয়া পৃথিবী যে তাহাকে পরিভ্রমণ করিতেছে, এই মহাকর্ষণই তাহার কারণ।

এই মহাকর্ষণ বশতঃ জড় কণামাত্রই পরস্পরকে আক-র্ষণ করিয়া থাকে। ইহার প্রভাবে জড় বস্তু সকল তাহা-দের সামগ্রী পরিমাণের অনুরূপ বলে পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া থাকে। কি বৃহৎ, কি ক্ষুদ্র, সকল বস্তুই পরস্পরকে আকর্ষণ করে বটে, কিন্তু বৃহৎ বস্তুটী যে ক্ষুদ্র বস্তুটীকে অধিক বলে আর ক্ষুদ্র বস্তু যে বৃহৎ বস্তুকে অল্প বলে আক-র্ষণ করিয়া থাকে, তাহা নহে। বৃহৎ বস্তুটী ক্ষুদ্র বস্তুকে যেরূপ বলে আকর্ষণ করে ক্ষুদ্র বস্তুটীও বৃহৎ বস্তুকেও সেই-রূপ বলে আকর্ষণ করিয়া থাকে। এই আকর্ষণী শক্তি প্রভাবে দ্রব্য সকল তাহাদের উভয়ের সামগ্রীর গুণ ফলের অনুরূপ বলে পরস্পরের অভিমুখে আকৃষ্ট হয়। দুইটী সমানসামগ্রীসম্পন্ন দ্রব্য কোন নির্দ্দিষ্ট দূরে থাকিয়া পরস্পরকে যে বলে আকর্ষণ করে, তাহাদের একের সামগ্রী পরিমাণ দ্বিগুণিত, ত্রিগুণিত হইলে তাহাদের পরস্পরের

প্রতি আকর্ষণ দ্বিগুণিত, ত্রিগুণিত হয়, ইত্যাদি। কিন্তু যাহার আয়তন দ্বিগুণিত, ত্রিগুণিত হয়, সেটীও যে বলে অপরটীকে আকর্ষণ করে অপরটীও উহাকে ঠিক সেই বলে আকর্ষণ করে। আবার যদি উভয়ের সামগ্রী পরিমাণ দ্বিগুণিত, ত্রিগুণিত হয়, তাহা হইলে উহারা পরস্পরকে চতুর্গুণ, নয় গুণ বলে আকর্ষণ করে, ইত্যাদি। অর্থাৎ এই আকর্ষণ একের সামগ্রী-সাপেক্ষ নহে, পরস্পরের সামগ্রী-সাপেক্ষ; সামগ্রীর গুণ ফলের তারতম্যানুসারে ইহার তারতম্য হইয়া থাকে।

জড় দ্রব্য সকল যত পরস্পরের সন্নিকৃষ্ট হয়, ততই তাহাদের পরস্পরের প্রতি আকর্ষণের আধিক্য হয়। আর যত তাহারা বিপ্রকৃষ্ট হয় ততই তাহাদের পরস্পরের প্রতি আকর্ষণের অল্পতা হয়। দূরত্বের হ্রাস বৃদ্ধি অনুসারে আকর্ষণের বৃদ্ধি ও হ্রাস হইয়া থাকে। আপাততঃ এই রূপ বোধ হইতে পারে, দূরত্ব বা অন্তর দ্বিগুণ হইলে আকর্ষণ অর্দ্ধেক, ত্রিগুণ হইলে আকর্ষণ তিন ভাগের এক ভাগ হয়, ইত্যাদি, কিন্তু তাহা নহে। অন্তর যদি দ্বিগুণ হয় তাহা হইলে আকর্ষণ চারি ভাগের এক ভাগ, তিন গুণ হইলে নয় ভাগের এক ভাগ, চারি গুণ হইলে ষোল ভাগের এক ভাগ, পাঁচ গুণ হইলে পঁচিশ ভাগের এক ভাগ হয় ইত্যাদি। অর্থাৎ দূরত্বের বর্গানুসারে এই আকর্ষণের হ্রাস হয়। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে, সামগ্রীর গুণ ফল যত বৃদ্ধি হয় ততই আকর্ষণের বৃদ্ধি হয়। অতএব দৃষ্ট হইতেছে, মহাকর্ষণের প্রভাবে জড় বস্তু সকল তাহাদিগের সামগ্রীর গুণ ফলের সহিত

অনুলোম ভাবে ও তাহাদের দূরত্বের সহিত প্রতিলোমভাবে পরিবর্ত্তিত হয়। এই নিয়ম জগদ্বিখ্যাত পণ্ডিত সার আইজক নিউটন নিরূপণ করেন। এই নিয়ম হইতে এই জানা যায় যে, জড় দ্রব্য মাত্রই পরস্পরকে আকর্ষণ করে, ও তাহাদের সামগ্রী পরিমাণের গুণ ফলের অনুরূপ বলে তাহারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে এবং দূরত্বের বর্গানুসারে আকর্ষণের হ্রাস হয়।

এস্থলে কেহ কেহ এরূপ আপত্তি করিতে পারেন যে, বিশ্বসংসারস্থ প্রত্যেক জড়কণাটী যদি অপর সমুদায় জড় কণাকে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে পৃথিবী কর্ত্তৃক যেরূপ তদুপরিস্থ দ্রব্য সকল আকৃষ্ট হইতে দেখা যায়, তাহাদিগকেও তদ্রূপ পৃথিবীকে এবং পরস্পরকে আকর্ষণ করিতে কেন দেখা যায় না? বাস্তবিকও তাবৎ বস্তুই নিক্ষিপ্ত হইলে ভূতলে পতিত হয়, ইহা দেখিয়া আপাততঃ এরূপ বোধ হইতে পারে, যে পৃথিবীই তাহাদিগকে আকর্ষণ করে, কিন্তু তাহারা পৃথিবীকে কি পরস্পরকে আকর্ষণ করিতে সমর্থ নহে। কিন্তু বিবেচনা করিয়া দেখিলে বোধ হইবে, ইহা নিতান্ত ভ্রান্তিমূলক। ফলতঃ পৃথিবী তাহাদিগকে যেরূপ আকর্ষণ করে তাহারাও পৃথিবীকে এবং পরস্পরকে সেইরূপ আকর্ষণ করিয়া থাকে। কিন্তু তাহাদের সামগ্রী পরিমাণ অল্প হওয়াতে, এই আকর্ষণ বশতঃ, তাহারা যেরূপ প্রবল বেগে পৃথিবীর দিকে আকৃষ্ট হয়, পৃথিবীর সামগ্রী পরিমাণ তদপেক্ষা অনেক অধিক হওয়াতে, পৃথিবী তাহাদের দিকে তদপেক্ষা অনেক অল্পবেগে আকৃষ্ট হয়। এই নিমিত্ত তাহাদিগকেই আমরা ভূতলে পতিত হইতে

দেখিতে পাই। পৃথিবীর সন্নিকর্ষতা-নিবন্ধন তদুপরিস্থ দ্রব্য সকলকে পরস্পরের প্রতি আকৃষ্ট হইতে দেখিতে পাওয়া যায় না। পৃথিবীর আকর্ষণ এতাদৃশ প্রবল না হইলে অট্টালিকাদিও স্ব স্ব নিকটস্থ বস্তু সকলকে আকর্ষণ করিতে পারিত, তাহার সন্দেহ নাই। যাহা হউক, স্থলবিশেষে এইরূপ আকর্ষণও দৃষ্ট হয়। কোন পর্ব্বতের নিকট ওলনদড়ি ঝুলাইয়া দিলে উহা তৎকর্ত্তৃক আকৃষ্ট হওয়াতে লম্বভাবে থাকিতে না পারিয়া তদভিমুখে কিঞ্চিৎ হেলিয়া পড়ে।

৩২। মাধ্যাকর্ষণ। পৃথিবীর আকর্ষণী শক্তি উহার কেন্দ্র অর্থাৎ মধ্যস্থল হইতে কার্য্যকারী। এই নিমিত্ত পৃথিবীর আকর্ষণকে মাধ্যাকর্ষণ বলে। কেন্দ্র হইতে এক ব্যাসার্দ্ধ উর্দ্ধে অর্থাৎ ভূপৃষ্ঠে পৃথিবীর আকর্ষণ যত, দুই ব্যাসার্দ্ধ উর্দ্ধে তদপেক্ষা অল্প, তিন ব্যাসার্দ্ধ উর্দ্ধে তাহা অপেক্ষাও অল্প। কিন্তু এক ব্যাসার্দ্ধ (৪,০০০) মাইল উর্দ্ধে অর্থাৎ ভূপৃষ্ঠে যে আকর্ষণ, দুই ব্যাসার্দ্ধ (৮,০০০ মাইল) উর্দ্ধে তাহার অর্দ্ধেক, তিন ব্যাসার্দ্ধ (১২,০০০ মাইল) উর্দ্ধে তাহার তিন ভাগের এক ভাগ, চারি ব্যাসার্দ্ধ (১৬,০০০ মাইল) উর্দ্ধে তাহার চারি ভাগের এক ভাগ, এমত নহে। এক ব্যাসার্দ্ধ উর্দ্ধে অর্থাৎ ভূপৃষ্ঠে যে আকর্ষণ, দুই ব্যাসার্দ্ধ উর্দ্ধে তাহার ৪ ভাগের এক ভাগ, তিন ব্যাসার্দ্ধ উর্দ্ধে তাহার নয় ভাগের এক ভাগ, চারি ব্যাসার্দ্ধ উর্দ্ধে তাহার ১৬ ভাগের এক ভাগ পাঁচ ব্যাসার্দ্ধ উর্দ্ধে তাহার ২৫ ভাগের এক ভাগ, ইত্যাদি। অতএব দেখা যাইতেছে, দূরত্বের সংখ্যা ১, ২, ৩, ৪, ৫, ইত্যাদি ক্রমে বর্দ্ধিত হইলে মাধ্যাকর্ষণের শক্তি ১, ৪, ৯, ১৬,

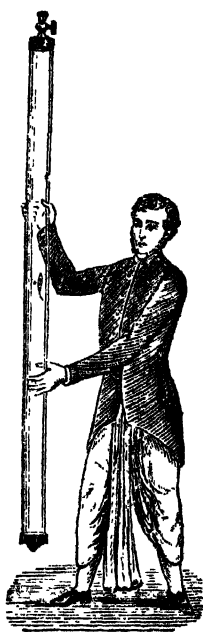
২৫, ইত্যাদি ক্রমে হ্রস্ব হয়। কিন্তু ১, ৪, ৯, ১৬,...ইহারা ১, ২, ৩, ৪, ৫,...রাশির বর্গ, অর্থাৎ দূরত্বের বর্গানুসারে মাধ্যাকর্ষণের হ্রাস হইয়া থাকে।

৩৩। নিরক্ষ প্রদেশ হইতে যত মেরু প্রদেশে যাওয়া যায় ততই ভারের বৃদ্ধি হয়। পৃথিবীস্থ সমস্ত বস্তু পৃথিবীর আকর্ষণ দ্বারা তাহার কেন্দ্র অর্থাৎ মধ্যাভিমুখে আকৃষ্ট হয়। যদি পৃথিবী সম্পূর্ণ রূপে গোল ও নিশ্চল হইত তাহা হইলে উপরিস্থ বস্তু সকলকে সর্ব্বত্র সমান বলে আকর্ষণ করিত। কিন্তু উহা ঠিক গোল নহে। উত্তর দক্ষিণে কিঞ্চিৎ চাপা ও মধ্য দেশে কিঞ্চিৎ স্ফীত অর্থাৎ উহার কেন্দ্র হইতে নিরক্ষ প্রদেশ যতদূর, সুমেরু ও কুমেরু তদপেক্ষা অনেক নিকট। এই নিমিত্ত, নিরক্ষ প্রদেশ অপেক্ষা উত্তর ও দক্ষিণ প্রান্তে আকর্ষণ অধিক। আবার পৃথিবীর আবর্ত্তনজনিত বেগে তদুপরিস্থ দ্রব্য সকল কেন্দ্র হইতে দূরবর্ত্তী হইতে চায়। এই কেন্দ্রবিমুখ বলের প্রভাব নিরক্ষ প্রদেশে সর্ব্বাপেক্ষা অধিক এবং তথা হইতে যত মেরু প্রদেশে যাওয়া যায় ততই অল্প দৃষ্ট হয়। সুতরাং নিরক্ষপ্রদেশে কেন্দ্রবিমুখ বল নিবন্ধন কোন দ্রব্যের গুরুত্বের যে পরিমাণে লাঘব হয়, মেরু প্রদেশে তাহা হয় না। এই জন্যও নিরক্ষ প্রদেশ হইতে যত মেরু প্রদেশে যাওয়া যায় ততই ভারের বৃদ্ধি অনুভূত হয়।

যে পরিমাণ বল দ্বারা অনাশ্রিত দ্রব্যের পতন নিবারণ করিতে পারা যায় তাহাকেই তাহার "ভার" কহে। যে স্থলে আকর্ষণ যেরূপ সেখানে তদ্রূপ বল প্রয়োগ না করিলে অনাশ্রিত বস্তুকে ধারণ করিতে পারা যায় না। যেখানে আকর্ষণ

অধিক সেখানে ভারও অধিক এবং যেখানে আকর্ষণ অল্প সেখানে ভারও অল্প। পরন্তু, নিরক্ষ প্রদেশ অপেক্ষা উত্তর ও দক্ষিণ প্রান্তে আকর্ষণ অধিক। সুতরাং বিষুবরেখার নিকট-বর্ত্তী স্থানে যে দ্রব্যের ভার যত মেরু প্রদেশে তাহার ভার তদপেক্ষা অধিক। পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে, কোন সুচারু স্প্রিঙের অগ্রভাগে এক খণ্ড প্লাটিনম্ কিং অন্য কোন ভারী দ্রব্য সংযোগ করিয়া যদি তাহাকে নিরক্ষ প্রদেশ হইতে মেরু প্রদেশে লইয়া যাওয়া যায়, তাহা হইলে সেই স্প্রিংটী ক্রমশঃ প্রসারিত হইতে থাকে। সংস্পৃষ্ট ধাতুখণ্ডের ভার বৃদ্ধিই এইরূপ সম্প্রসারণের কারণ। প্রসারণের পরিমাণ দেখিয়া ভার বৃদ্ধির পরিমাণ নিরূপণ করা যাইতে পারে। এইরূপ স্থলে তুলাদণ্ড দ্বারা ভার বৃদ্ধি অবধারণ করিতে পারা যায় না, কেননা দ্রব্যাদির যেরূপ ভার বৃদ্ধি হয়, বাটখারা-গুলিরও সেইরূপ হইয়া থাকে।

৩৪। গুরুত্ব পতননিয়ামক নহে। নির্ব্বাত পাত্রে কি গুরু কি লঘু সকল প্রকার দ্রব্যই, একস্থান হইতে এককালে নিক্ষিপ্ত হইলে এককালে তাহারা তলদেশে পতিত হয়। তবে যে সচরাচর অনেক বস্তু যুগপৎ নিক্ষিপ্ত হইলেও যুগপৎ ভূতলে পতিত হয় না, বায়ুর প্রতিবন্ধকতাই তাহার কারণ। যদি বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র দ্বারা একটী সুদীর্ঘ কাচ পাত্র হইতে বায়ু-নিষ্কাশন করিয়া তন্মধ্যে একটী টাকা ও একটী পালক এককালে নিক্ষেপ করা যায় তাহা হইলে উহারা এককালে নীচে আসিয়া পড়ে। ভিন্ন ভিন্ন বস্তু এক সঙ্গে নিক্ষিপ্ত হইলে একসঙ্গে পতিত হয়, ইহা কোন প্রকার যন্ত্রের

সাহায্য ব্যতিরেকেও অনায়াসে দেখা যাইতে পারে। একটি টাকার সমান করিয়া যদি একখণ্ড কাগজ কাটা যায় এবং ঐ কাগজকে টাকার উপর বসাইয়া ফেলিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে উহারা উভয়েই এককালে ভূমিতে পড়ে। তাহার কারণ এইনিম্নস্থ টাকার দ্বারা বায়ু স্থানান্তরিত হওয়াতে, উহা কাগজ পতনের কোন প্রতিবন্ধকতা করিতে পারে না। আরও দেখ, কোন উচ্চস্থান হইতে একখণ্ড ইষ্টক যে সময়ে ভূমিতে পতিত হয়, দুই বা ততোঽধিক ইষ্টক খণ্ড একত্র নিক্ষিপ্ত হইলে ঠিক সেই সময়ের মধ্যে ভূতলে পতিত হয়। যদি কোন প্রকার প্রতিবন্ধক না থাকে তাহাহইলে কি গুরু কি লঘু সকল বস্তুই একত্র নিক্ষিপ্ত হইলে একত্র আসিয়া ভূমিতে পতিত হয়।

তৃতীয় অধ্যায়।

বলবিজ্ঞান।

১ম পরিচ্ছেদ।

গতি।

৩৫। গতি। এক স্থান হইতে স্থানান্তর হওয়ার নাম গতি, এবং গতির অসদ্ভাবকেই স্থিতি বলে। যদি কোন নির্দ্দিষ্ট বস্তু সম্বন্ধে কোন বস্তুর অবস্থিতি অনুক্ষণ পরিবর্ত্তিত হইতে থাকে তাহা হইলে উহাকে সচল, আর যদি কোন বস্তু নিয়তই এক স্থানে অবস্থিত থাকে তাহা হইলে উহাকে নিশ্চল বলা যায়। পরন্তু গতি ও স্থিতির স্বরূপ আমরা জ্ঞাত নহি, এনিমিত্ত ইহাদিগের প্রকৃত লক্ষণ করাও আমাদিগের সাধ্য নহে। কথিত আছে, গতি কাহাকে বলে? একজন প্রাচীন পণ্ডিত ইহা জিজ্ঞাসিত হইলে, কিয়ৎক্ষণ ইতস্ততঃ পদচারণ করিয়া বলিয়াছিলেন, আমি তোমাকে গতি দেখাইলাম, কিন্তু গতি যে কি, তাহা বাক্য দ্বারা বুঝাইয়া দিতে সমর্থ নহি। বাস্তবিক গতি ও স্থিতির স্বরূপ বাক্যদ্বারা সবিশেষ বর্ণনা করা যায়।

৩৬। সাপেক্ষ ও নিরপেক্ষ গতি। সাপেক্ষ ও

নিরপেক্ষ ভেদে গতি ও স্থিতি উভয়ই দ্বিবিধ। যে বস্তুর সহিত তুলনা করিয়া কোন দ্রব্যের গতি অনুভূত হয়, তাহা যদি বাস্তবিক নিশ্চল হয়, তাহা হইলে ঐ বস্তুর গতিকে নিরপেক্ষ গতি বলা যাইতে পারে। কিন্তু যে বস্তুকে নিশ্চল মনে করিয়া কোন বস্তুর গতি নিরূপিত হয় তাহা যদি বাস্তবিক নিশ্চল না হয়, তাহা হইলে উহার গতিকে সাপেক্ষ গতি বলে। যদি কোন বস্তু অনন্ত আকাশের সম্বন্ধে নিয়ত এক স্থানেই অবস্থিত থাকে, তাহা হইলে তাহার স্থিতিকে আমরা নিরপেক্ষ স্থিতি বলি। আর যদি কোন বস্তুকে চতুঃপার্শ্বস্থ বস্তু সম্বন্ধে নিশ্চল বলিয়া বোধ হইলেও অনন্ত আকাশের সম্বন্ধে উহার অবস্থিতির নিয়ত পরিবর্ত্তন হয়, তাহা হইলে উহার তাদৃশ নিশ্চলতা বা স্থিতিকে সাপেক্ষ স্থিতি বলা যায়।

নিরপেক্ষ গতি বা নিরপেক্ষ স্থিতি কোথাও দৃষ্ট হয় না। আমরা যে সকল স্থলে গতি ও স্থিতি প্রত্যক্ষ করি সে সমুদায়ই আপেক্ষিক। কোন দ্রুতগামী বাষ্পীয় শকটে কেহ যখন ইতস্ততঃ গমনাগমন করেন তখন ঐ শকটকে নিশ্চল মনে করিয়া তাঁহার গতি নিরূপিত হয়। যে সকল বস্তু বা ব্যক্তি শকটমধ্যে "স্থির" হইয়া থাকে তাহারা বাস্তবিক স্থির নহে; কেননা গাড়ির সঙ্গে সঙ্গে তাহাদেরও গমন সিদ্ধ হইয়া থাকে। পর্ব্বত বৃক্ষ ও গৃহাদি যে সমস্ত স্থাবর বস্তুর সম্বন্ধে গাড়ির গতি নিরূপিত হয় তাহারাও নিশ্চল নহে; কেননা পৃথিবী তাহাদিগকে সঙ্গে লইয়া নিয়ত পূর্ব্বাভিমুখে ধাবমান হইতেছে এবং বর্ষে বর্ষে সূর্য্যমণ্ডলকে এক একবার প্রদক্ষিণ করিতেছে। সূর্য্য ও পৃথিব্যাদি গ্রহগণ সমভিব্যাহারে অন্য এক অতি দূরবর্ত্তী

বিশাল সূর্য্যের চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করিতেছে; এবং সেই সূর্য্যও বোধ হয় আমাদের এই সৌরজগৎ ও অন্যান্য জগৎ সমভিব্যাহারে অন্য এক মহান্ সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিতেছে। এই বিশ্ব-সংসারে কোন দ্রব্যই এক মুহূর্ত্তের নিমিত্তও স্থির নহে। এই নিমিত্ত নিরপেক্ষ গতি বা নিরপেক্ষ স্থিতি কোথাও দৃষ্ট হয় না। আমরা যে সকল স্থলে গতি ও স্থিতি দেখিতে পাই, সে সমুদায়ই আপেক্ষিক।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

বল।

৩৭। বল। যদ্দ্বারা জড় বস্তুর গতি উৎপাদিত, পরিবর্ত্তিত, কি নিবারিত হয় বা হইতে পারে, তাহার নাম বল। কোন নিশ্চল বস্তুকে চালাইতে হইলে তাহাতে বল প্রয়োগ করা আবশ্যক; বিনা বলে কেহই চালিত হয় না। সচল বস্তুও বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে নিশ্চল হয় না। আর বিনা বল প্রয়োগে চালিত দ্রব্যের গতির দিক কিম্বা পরিমাণের পরিবর্ত্তন হয় না।

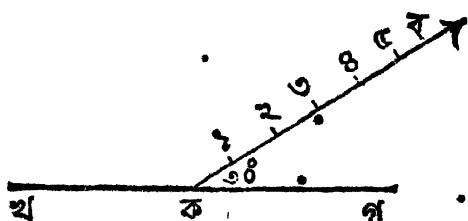
৩৮। বলবিজ্ঞান, স্থিতিবিজ্ঞান ও গতিবিজ্ঞান। যে শাস্ত্রে বলবিষয়ক তত্ত্ব গুলি বিচারিত হয়, তাহার নাম বলবিজ্ঞান। স্থিতিবিজ্ঞান ও গতিবিজ্ঞান ভেদে বলবিজ্ঞান দ্বিবিধ। যে সকল বলদ্বারা গতি উৎপাদিত হইতে পারে, কিন্তু হয় না, তাহারা স্থিতিশাস্ত্রের, আর যে সকল বলদ্বারা বাস্তবিক গতি উৎপাদিত হয়, তাহা গতিশাস্ত্রের বিষয়।

৩৯। বল কিরূপে পরিমিত হয়। যেরূপ কোন নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ দৈর্ঘ্য, আয়তন কি ভারকে একক স্বরূপ ধরিয়া দৈর্ঘ্যাদির পরিমাণ প্রকাশ করে, তদ্রূপ কোন নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ বলকে একক স্বরূপে ধরিয়া যাবতীয় বলের পরিমাণ প্রকাশ করা যায়। যেরূপ হস্ত পদাদির দীর্ঘতা অবলম্বন করিয়া দৈর্ঘের পরিমাণ প্রকাশ করা যায়, সেইরূপ সচরাচর ১ সের পরিমিত ভারী কোন দ্রব্যকে ধারণ করিতে যে বল আবশ্যক তাহাই বলের মান স্বরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। অর্থাৎ কোন বলের পরিমাণ প্রকাশ করিতে হইলে ঐ বল এত সের, অথবা ১ সেরের এত ভাগের এক ভাগ এই রূপ বলা যায়। ইংলণ্ডে বলের একক ১ পৌণ্ড এবং ফরাসী দেশে বলের একক ১ কিলগ্রাম।

৪০। বল কিরূপে প্রকাশিত হয়। বলবিজ্ঞান শাস্ত্রে বলবিষয়ক তত্ত্বসমূহ অবধারণ করিবার সময়ে ঋজু রেখা টানিয়া পরিমাণাদি বলের অঙ্গগুলি প্রকাশিত হইয়া থাকে। বলমাত্রই কোন না কোন বিন্দুতে প্রযুক্ত হয়; ঐ বিন্দুকে উহাদিগের প্রয়োগ বিন্দু কহে। আরও সকল বলই কোন না কোন নির্দ্দিষ্ট দিকে আকর্ষণ করে; অতএব স্বীকার করিতে হইবে, দিক বলের দ্বিতীয় অঙ্গ। অপিচ সকল বল দ্বারা সমান কার্য্য হয় না; ভিন্ন ভিন্ন বলের পরিমাণ ভিন্ন ভিন্ন। সুতরাং পরিমাণ বলের আর একটী অঙ্গ। প্রয়োগ বিন্দু, দিক ও পরিমাণ বলমাত্রই এই ত্রিবিধ

অঙ্গসম্পন্ন। রেখা দ্বারা এই ত্রিবিধ অঙ্গই ব্যক্ত করা যাইতে পারে। প্রয়োগ বিন্দু অথবা কোন নির্দ্দিষ্ট বিন্দুকে তৎস্বরূপ ধরিয়া যদি সেই বিন্দু দিয়া একটী ঋজুরেখা টানা যায়, তাহা হইলে রেখাটীর অন্তর্গত উক্ত বিন্দুটী দ্বারা প্রয়োগ বিন্দু এবং রেখাটীর অভিমুখ দ্বারা বলের দিক সূচিত হইবে। আরও প্রস্তাবিত বলের পরিমাণ যত গুলি বলের এককের তুল্য, রেখাটীর দৈর্ঘ্য যদি ততগুলি দৈর্ঘ্যের এককের তুল্য করা যায়, তাহা হইলে উক্ত রেখা দ্বারা বলের পরিমাণও প্রকাশিত হইবে। নিম্নে একটি উদাহরণ দ্বারা ইহা প্রতিপন্ন করা যাইতেছে।

উদাহরণ। মনে কর কোন দণ্ডের এক প্রান্ত হইতে ৩০° অংশ অন্তরে অবস্থিত হইয়া ৫ সের পরিমিত একটী বল উহার মধ্যবিন্দুকে আকর্ষণ করিতেছে।

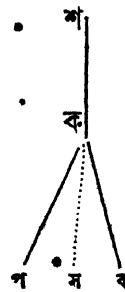
এক্ষণে রেখা দ্বারা ইহা বক্ষ্যমাণ উপায়ে অনায়াসেই প্রকাশ করা যাইতে পারে। যথা,—

কখগ যেন প্রস্তাবিত দণ্ড ও ক উহার মধ্যবিন্দু; কগ ৩০° অংশ অন্তরে কব ঋজুরেখা টান ও কব হইতে এমন

একটী অংশ ছেদ করিয়া লও যাহার দৈর্ঘ্য ঠিক ৫টী দৈর্ঘ্যের একেকের তুল্য। এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখিলেই প্রতীতি হইবে কখ রেখা দ্বারা প্রযুক্ত ধলের সকল অঙ্গ গুলিই সূচিত হইতেছে।

সুতরাং প্রতীয়মান হইতেছে ঋজুরেখা দ্বারা বলের যাবতীয় অঙ্গই প্রকাশ করা যাইতে পারে।

৪১। সজাত বল। কোন জড় বিন্দুর উপর বিপরীত দিক্ হইতে দুইটী বল প্রযুক্ত হইলে যদি ঐ বিন্দুটী কোন দিকে না যাইয়া স্থির হইয়া থাকে তাহা হইলে ঐ দুইটী বলকে সমান বল বলা যায়। যখন একটী বলকে অন্য একটী বলের সমান বলা যায়, তখন এইরূপ বুঝিতে হইবে যে একের পরিমাণ যত সের, যত ছটাক, কি যত তোলা, অপরটীর পরিমাণও ঠিক তত সের, তত ছটাক, কি তত তোলা, ইত্যাদি। কোন জড় বিন্দুর প্রতি এক দিকে দুইটি তুল্য বল প্রয়োগ করিলে যে বল উৎপন্ন হয় তাহার পরিমাণ প্রত্যেকের দ্বিগুণ, তিনটী তুল্য বল প্রযুক্ত হইলে যে বলের সঞ্চার হয় তাহার পরিমাণ প্রত্যেকের তিন গুণ, ইত্যাদি। একাধিক বল যদি কোন ঋজু রেখা ক্রমে অবস্থিত হইয়া কোন বিন্দুকে কোন নির্দ্দিষ্ট দিকের অভিমুখে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে প্রযুক্ত বল সমূহের পরিমাণ তাহাদের যোগফলের তুল্য। কিন্তু যদি কতকগুলি বল একদিকে ও অপর কতকগুলি বল তাহার বিপরীত দিকে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে সে স্থলে তাহাদের পরিমাণ ঐ উভয়বিধ বলগুলির বিয়োগ ফলের তুল্য একটী বলের সমান

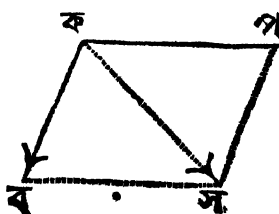
হয়। ফলতঃ যদি কতকগুলি বল একই ঋজু রেখাক্রমে অবস্থিত হইয়া কার্য্য করে, তাহা হইলে তাহাদের পরিমাণ তাহাদিগের বৈজিক সমষ্টির তুল্য হইয়া থাকে। ৩ সের ও ৪ সের পরিমিত দুইটি বল যদি ঠিক সরল রেখাক্রমে কোন বস্তুকে একদিকে আকর্ষণ করে, আর ৮ সের পরিমিত আর একটি বল যদি ঠিক বিপরীত দিকে প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে উহাদের পরিমাণ ৩+৪—৮=—১। অর্থাৎ এই তিনটি বলদ্বারা যে কার্য্য হইতেছে তিনটি বল প্রয়োগ না করিয়া ৮ সের পরিমিত বলটী যে দিকে আকর্ষণ করিতেছে সেই দিকে শুদ্ধ ১ সের পরিমিত একটী মাত্র বল প্রয়োগ করিলেও সেই কার্য্য হইতে পারে।

অতএব দৃষ্ট হইতেছে অনেকগুলি বল দ্বারা যে কার্য্য সাধিত হয়, শুদ্ধ একটী মাত্র বল প্রয়োগ করিলেও সেই ফল হইতে পারে। একই ঋজু রেখাক্রমে কার্য্যকারী বল সমূহের স্থলেই যে কেবল এইরূপ হইয়া থাকে অন্যত্র হয় না, এমত নহে। যে স্থলে ক জড় কণাটী শ, ব, প প্রভৃতি ভিন্ন ভিন্ন বল দ্বারা ভিন্ন ভিন্ন দিকে আকৃষ্ট হইয়াও স্থির ভাবে থাকে সেখানে ঐ সকল বলের মধ্যে শ কি অন্য যে কোনটীকে ধর, তদ্দ্বারা ব, প প্রভৃতি অন্যান্য বল সমুদায়ের কার্য্য যে সম্পূর্ণরূপে নষ্ট হয়, ইহা অবশ্যই স্বীকার করিতে হইবে; কেননা তাহা না হইলে জড় কণাটী কখনই স্থির হইয়া থাকিত না। সুতরাং প্রতীয়মান

শ
ক
প স ব

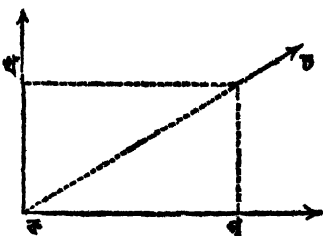
হইতেছে, ঐরূপস্থলে প্রত্যেক বলটী কার্য্যতঃ অপর সমুদায় বলের তুল্য। বস্তুতঃ প্রত্যেক বলটী জড় বিন্দুটীকে যে পরিমাণে স্বাভিমুখে আকর্ষণ করে, অবশিষ্ট বলগুলি সমবেত হইয়াও ঠিক সেই পরিমাণে উহাকে বিপরীতাভিমুখে আকর্ষণ করে। প্রস্তাবিত উদাহরণে ক কণা শ দ্বারা যে পরিমাণে কশ অভিমুখে আকৃষ্ট হইতেছে, ব ও প একত্র হইয়া ঠিক সেই পরিমাণে তাহার বিপরীত দিকে অর্থাৎ কস এর অভিমুখে আকর্ষণ করিতেছে। অর্থাৎ ব ও প বল দ্বয় কার্য্যতঃ শ বলের তুল্য কিন্তু বিপরীতাভিমুখে কার্য্যকারী, স পরিমিত একটী মাত্র বলের সমান। সুতরাং ক কণাটী যেন শ এবং স দুইটী পরস্পর বিপরীতাভিমুখ তুল্য বল দ্বারা আকৃষ্ট হওয়াতে কোন দিকে যাইতে না পারিয়া স্থির হইয়া রহিয়াছে। আরও বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে ক বিন্দুতে ব এবং প পরিমিত দুইটি ভিন্ন ভিন্ন বল ভিন্ন ভিন্ন দিকে প্রয়োগ করাতে যে ফল হইতেছে কস এর অভিমুখে স পরিমিত একটী মাত্র বল প্রয়োগ করিলেও ঠিক সেই ফল হইতে পারে। দুই কিম্বা ততোঽধিক বলের সঙ্ঘাতে যে কার্য্য হয়, একটী মাত্র বল দ্বারা সেই ফল উৎপাদন করিতে হইলে যে বল প্রয়োগ করিতে হয়, তাহাকে তাহাদের সঙ্ঘাত বল কহে।

৪২। বলসমান্তর ক্ষেত্র। যদি দুইটী বল ভিন্ন ভিন্ন ঋজু রেখাতে কোন বিন্দুকে ভিন্ন ভিন্ন দিকে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে তাহাদের সঙ্ঘাত বলের দিক্ ও পরিমাণ বক্ষ্যমাণ নিয়মানুসারে নির্ণয় করা যাইতে পারে যথা;—

"যদি কোন জড়কণা দুইটী ভিন্ন ভিন্ন বলদ্বারা দুইটী ভিন্ন ভিন্ন দিকে আকৃষ্ট হয়, তাহা হইলে কোন বিন্দুকে ঐ কণার স্বরূপ মনে করিয়া সেই বিন্দু হইতে দুইটী ঋজু রেখা টানিয়া যদি প্রযুক্ত বলদ্বয়ের দিক ও পরিমাণ প্রকাশ করা যায়, তাহা হইলে ঐ রেখাদ্বয়কে বাহু স্বরূপ করিয়া একটী সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করিলে সেই সমান্তর ক্ষেত্রের যে কর্ণটীর এক প্রান্ত ঐ বিন্দুতে সংলগ্ন, তদ্দ্বারা প্রযুক্ত বলদ্বয়ের সঙ্ঘাত বলের দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশিত হইবে। এই নিয়মটীকে বলবিষয়ক সমান্তর ক্ষেত্রঘটিত নিয়ম বলে।

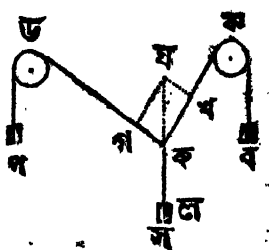
মনে কর ক নামক কোন জড় কণাটী কপ ও কব এর অভিমুখে যথাক্রমে প ও ব পরিমিত দুইটী বল দ্বারা আকৃষ্ট হইতেছে। এক্ষণে যদি কবিন্দুকে ক কণার স্বরূপ ধরিয়া তাহ হইতে প ও ব বলের অভিমুখে

কপ ও কব দুইটী ঋজু রেখা টানিয়া প ও ব যত সের কপ ও কব কে তত ইঞ্চি পরিমাণ দীর্ঘ করিয়া লইয়া ক স সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করা যায়, তাহা হইলে ক স কর্ণ রেখা দ্বারা প ও ব এর সঙ্ঘাত বলের দিক ও পরিমাণ সূচিত হইবে, অর্থাৎ কপ ও কব এর দিকে প ও ব পরিমিত দুইটী বল প্রয়োগ করাতে যে ফল হইতেছে ক স এর অভিমুখে কস রেখা যত ইঞ্চি দীর্ঘ, তত সের পরিমিত, একটী মাত্র বল প্রয়োগ করিলেও ঠিক সেই ফল হইতে পারে।

সঙ্ঘাত বলের পরিমাণ যে তৎপ্রকাশক রেখা না মাপিলে

জানিতে পারা যায় না এমত নহে, জ্যামিতি ও ত্রিকোণমিতির দ্বারা ইহা অনায়াসেই গণনা করিয়া বলা যাইতে পারে। যদি প্রযুক্ত বলদ্বয়ের দিক প্রকাশক ঋজু রেখাদ্বয়ের অন্তর্গত কোণটী সমকোণ হয়, তাহা হইলে ইউক্লিডের জ্যামিতির ১ম অধ্যায়ের ৪৭ প্রতিজ্ঞা অবলম্বন করিয়া কর্ণ রেখার পরিমাণ অনায়াসে নিরূপণ করা যাইতে পারে। কেননা সে স্থলে কর্ণ রেখার বর্গ পরিমাণ উক্ত দুই রেখার বর্গ সমষ্টির তুল্য। অর্থাৎ

(পার্শ্ববর্ত্তী চিত্র দেখ) তথায় কচ^2 = কগ^2 + চগ^2 = কগ^2 + কখ^2 যদি কখ ও কগ এর অভিমুখে ক্রমান্বয়ে ৩ সের ও ৪ সের পরিমিত দুইটী বল প্রযুক্ত হয়, অর্থাৎ কখ ও কগ রেখার পরিমাণ যদি যথাক্রমে ৩ ও ৪ দৈর্ঘ্যের এককের তুল্য হয়, তাহা হইলে কচ রেখার দৈর্ঘ্য = $\sqrt{৩^2 + ৪^2}$ = ৫ সুতরাং প্রযুক্ত বলদ্বয়ের সঙ্ঘাতবলের পরিমাণ ৫ সের।

যদি কোন বিন্দুতে প্রযুক্ত বলদ্বয়ের দিক্ প্রকাশক রেখাদ্বয়ের অন্তর্গত কোণ সমকোণ হইতে ক্ষুদ্র অথবা বৃহৎ হয়, তাহা হইলে ত্রিকোণমিতিক নিয়মানুসারে সঙ্ঘাত বল প্রকাশক কর্ণ রেখার দৈর্ঘ্য স্থির করিয়া সঙ্ঘাত বলের পরিমাণ অবধারণ করা যায়।

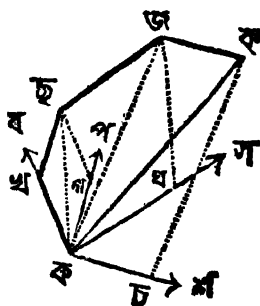
বল সমান্তর ক্ষেত্র বিষয়ক প্রতিজ্ঞাটী গণিত সম্মত যুক্তি দ্বারা পদার্থ দর্শন নামক গ্রন্থে প্রতিপন্ন করা হইয়াছে। এস্থলে একটী পরীক্ষা-সিদ্ধ প্রমাণ প্রদত্ত হইতেছে।

৪৩। বলসমান্তর ক্ষেত্র সংক্রান্ত পরীক্ষা-সিদ্ধ প্রমাণ। ঝ ও ড নামক দুইটী কপিয় চক্র মধ্যে সন্নিবেশিত দুই গাছি সূক্ষ্ম ও নমনীয় রজ্জুতে প ও ব পরিমিত দুইটি ভার ঝুলাইয়া ক বিন্দুতে তাহাদিগকে সংযুক্ত কর এবং তথা হইতে অপর এক গাছি রজ্জু দ্বারা-স পরিমিত একটি ভার

লম্বিত করিয়া দেও। চিত্রে যে রূপ দৃষ্ট হইয়াছে মনে কর, সেই রূপ অবস্থায় এই ভারত্রয়ের সাম্যাবস্থা হইল। এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখ, ক বিন্দুটী প, ব, স তিনটি বল দ্বারা, কড, কঝ, কল তিনটী ভিন্ন ভিন্ন দিকে আকৃষ্ট হইয়াও স্থির ভাবে রহিয়াছে। সুতরাং ইহাদের মধ্যে প্রত্যেকটী অপর দুইটীর সঙ্ঘাত বলের সমান ও বিপরীতাভিমুখে কার্য্যকারী। যদি কড ও কঝ, কল এর অভিমুখে ঋজু রেখা টানা যায়, এবং কড কঝ হইতে প ও ব যত সের পরিমিত ভারী ঠিক তত ইঞ্চি পরিমিত দীর্ঘ কখ ও কগ নামক দুইটী অংশ ছেদ করিয়া লইয়া ক খ ঘ গ সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করা যায়, তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে, স যত সের পরিমিত ভারী কঘ কর্ণটী ঠিক তত ইঞ্চি দীর্ঘ এবং কল-এর সহিত একই ঋজু রেখা ক্রমে অবস্থিত। সুতরাং প ও ব বলের দিক্ ও পরিমাণ সূচক কগ ও কখ

রেখার উপর অঙ্কিত কখগঘ সমান্তর ক্ষেত্রের কঘ কর্ণ রেখা দ্বারা উহাদিগের সঙ্ঘাত বলের দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশিত হইয়াছে।

৪৪। বলবিঘাত। বল সঙ্ঘাত সম্বন্ধে কিঞ্চিৎ বলা হইল, সম্প্রতি বল বিঘাত বিষয়ে কিঞ্চিৎ বলা যাই-তেছে। যেরূপ দুইটী বলের সঙ্ঘাতে একটী বল জন্মে তদ্রূপ একটী বলের বিঘাতে ভিন্ন ভিন্ন দুইটী বল প্রাপ্ত হওয়া যায়।

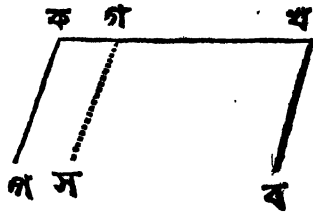
মনে কর, (৪২ অনুচ্ছেদের অন্তর্গত ২য় চিত্র দেখ) কচ রেখা দ্বারা ক বিন্দুতে প্রযুক্ত বল বিশেষের দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশিত হইতেছে। ক হইতে কথ ঋজু রেখা টানিয়া উহার অন্তর্গত থ নামক যে কোন বিন্দুর সহিত চএর যোগ করিয়া দেও। পরে কথগচ সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত কর। এক্ষণে স্পষ্টই প্রতীয়মান হইতেছে, কচ রেখা যে বলের সূচক তাহা কথ ও কগ রেখাদ্বয় দ্বারা প্রকাশিত বলদ্বয়ের সঙ্ঘাত বলের তুল্য। অপিচ ক বিন্দু হইতে যে সে দিকে একটী ঋজু রেখা টানিয়া তাহার অন্তর্গত যে কোন বিন্দুর সহিত চ বিন্দুকে যুক্ত করিয়া এক একটী সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করিতে পারা যায়। সুতরাং একমাত্র বলকে অসংখ্য প্রকারে বিভক্ত করা যাইতে পারে। পরন্তু একই বিন্দুতে প্রযুক্ত বলদ্বয়ের অন্তর্গত কোণ যদি নির্দ্দিষ্ট থাকে, তাহা হইলে তাহাদের একাধিক সঙ্ঘাত বল থাকা কোন ক্রমেই সম্ভাবিত নহে।

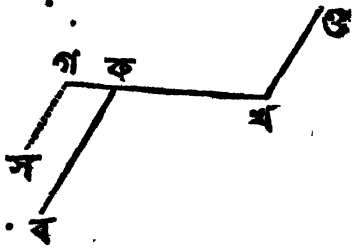
৪৫। **বলবিষয়ক বহু কোণী ক্ষেত্র।** এক বিন্দুতে প্রযুক্ত দুইটী বলের সঙ্ঘাত বল যে রূপে অবধারণ করা যায়, এক বিন্দুতে প্রযুক্ত বহুসংখ্যক বলেরও সঙ্ঘাত বল সেই প্রকারে নিরূপণ করা যাইতে পারে। মনে কর কখ, কগ, কঘ, কচ রেখাগুলি দ্বারা ক বিন্দুতে প্রযুক্ত ব, প, স, শ, বল গুলি প্রকাশিত হইতেছে। এক্ষণে বল সমান্তর ক্ষেত্র অবলম্বন করিয়া ব, প, স, শ বলের সঙ্ঘাত বল অনায়াসে অবধারণ করা যাইতে পারে। ১মতঃ কখছগ সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করিয়া কছ কর্ণ রেখা টান তাহা হইলে কছ, ব ও প এর

সংঘাত বলসূচক হইবে। ২য়তঃ কছজঘ সমান্তরাল ক্ষেত্র অঙ্কিত কর, তাহা হইলে কজ কর্ণ রেখা দ্বারা ব প স এর সঙ্ঘাত বল বুঝাইবে। ৩য়তঃ কজঝচ সমান্তরাল ক্ষেত্র অঙ্কিত করিয়া কঝ যোগ কর, কঝ কর্ণ রেখা দ্বারা প, ব, স, শ এর সঙ্ঘাত বল প্রকাশিত হইবে। বিবেচনা করিয়া দেখিলেই প্রতীতি হইবে, প্রযুক্ত বলের সংখ্যা কেন যতই হউক না, তাহাদের সঙ্ঘাত বল এই প্রণালী অবলম্বন করিয়া অনায়াসে নির্ণয় করা যাইতে পারে। কঝ এর বিপরীত অভিমুখে ঝ এর তুল্য একটী বল প্রয়োগ করিলে ক বিন্দু যে স্থির ভাবে থাকিবে, ইহা বলা বাহুল্য মাত্র।

আরও দেখা যাইতেছে যদি খ, ছ ও জ বিন্দু হইতে কগ, কঘ, কচ এর সমান, সমান্তরাল ও সমানাভিমুখ করিয়া খছ, ছজ, জঝ রেখা গুলি টানিয়া ঝক যোগ করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে কখছজঝক বহুকোণীক্ষেত্রটি কখ, খছ, ছজ, জঝ বাহু গুলি দ্বারা ব, প, স, শ প্রযুক্ত বলগুলির এবং কঝ বাহু দ্বারা উহাদিগের সজ্ঘাত বলের দিক ও পরিমাণ প্রদর্শিত হইবে। ঝক এর অভিমুখে কঝ এর সমান একটী বল প্রয়োগ করিলে ক বিন্দুটী যে স্থির হইয়া থাকিবে ইহা পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে। সুতরাং প্রতীয়মান হইতেছে "যদি কোন বহুকোণী ক্ষেত্রের বাহুগুলি ধারাবাহিকরূপে কোন বিন্দুতে প্রযুক্ত বলপ্রকাশক রেখা গুলির সহিত সমান্তরাল ও সমান হয় তাহা হইলে ঐ বিন্দুটী সাম্যাবস্থায় অবস্থিত থাকিবে।" এই প্রতিজ্ঞাটীকে 'বল বিষয়ক বহুকোণী ক্ষেত্র' বলে। ত্রিভুজ ক্ষেত্রের বাহুগুলি দ্বারা ধারাবাহিক রূপে কোন বিন্দুতে প্রযুক্ত বলত্রয় প্রকাশিত হইলে ঐ বিন্দুটী সাম্যভাবে থাকে, এই প্রতিজ্ঞাটিকে বল বিষয়ক ত্রিভুজক্ষেত্র কহে।

৪৬। সমান্তরাল বলের সজ্ঘাত বল। যেরূপ বল সকলের সজ্ঘাত বল তাহাদিগের বৈজিক সমষ্টির সমান, তদ্রূপ দৃঢ়রূপে সম্বদ্ধ ভিন্ন ভিন্ন পরমাণুতে প্রযুক্ত ও ভিন্ন ভিন্ন সমান্তরাল রেখাক্রমে অবস্থিত বল সকলের সজ্ঘাত বল তাহাদিগের বৈজিক সমষ্টির তুল্য।

মনে কর ক ও খ নামক দুইটী দৃঢ় রূপে সংযুক্ত বিন্দুর

প্রতি প ও ব নামক দুইটী সমান্তরাল বল প্রযুক্ত হইয়াছে। ইহারা যদি কখ বিন্দুকে একই দিকে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে ইহাদিগের সঙ্ঘাত বল কখ রেখার অন্তর্গত গ বিন্দুতে কার্য্যকারী প+ব পরিমিত বলবিশেষের সমান হইবে। যদি ব ও প পরস্পরের সমান হয়, তাহা হইলে সঙ্ঘাতবলের কার্য্যস্থান গ, কখ রেখার মধ্যবিন্দু হইবে। আর যদি ব অপেক্ষা প বৃহৎ হয়,

তাহা হইলে ব অপেক্ষা প যত বৃহৎ হইবে গ বিন্দুও ততই ক এর সন্নিহিত হইবে। সুতরাং ব অপেক্ষা প যত বৃহৎ খগ রেখাটী কগ অপেক্ষা ঠিক সেই পরিমাণে বৃহৎ, অর্থাৎ প : ব : : খগ : কগ। ∴ প× কগ=ব×খগ।

পরন্তু, যদি প ও ব বলদ্বয় ক ও খ বিন্দুকে বিপরীত দিকে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে উহাদের সঙ্ঘাত বল, খক রেখাকে পরিবর্দ্ধিত করিলে তাহার বর্দ্ধিত ভাগস্থিত গ-নামক বিন্দুবিশেষে কার্য্যকারী প—ব পরিমিত একটীমাত্র বলের সমান হইবে। ব যত ক্ষুদ্র হইবে গ বিন্দু ততই ক এর সন্নিহিত হইবে, আর প-এর সহিত ব এর অন্তর যত অল্প হইবে, ক হইতে গও তত অন্তরে অবস্থিত

হইবে। সুতরাং প ও ব সমান হইলে উহাদের সঙ্ঘাত বলের পরিমাণ শূন্য হইবে ও গ বিন্দুও ক হইতে অনন্ত গুণ অন্তরে অবস্থিত হইবে।

বহুসংখ্যক সমান্তরাল বলের সঙ্ঘাত বল নিরূপণ করিতে হইলে, প্রথমতঃ দুইটীর সঙ্ঘাত বল অবধারণ করিয়া সেই সঙ্ঘাত বল ও তৃতীয় সমান্তরাল বলের সঙ্ঘাত বল স্থির করিতে হয়। অনন্তর উক্ত বলত্রয়ের সঙ্ঘাত বল ও চতুর্থ সমান্তরাল বলের সঙ্ঘাত বল নিরূপণ করিলে চারিটী বলের সঙ্ঘাত বল নিরূপিত হয়। প্রযুক্ত বলের সংখ্যা যতই হউক না কেন, তাহাদিগের সঙ্ঘাত বল এইরূপে স্থির করা যাইতে পারে।

৪৭। সমান্তরাল বলের কেন্দ্র। সমান্তরাল বল সকল সমবেত হইয়া যে বিন্দুতে কার্য্যকারী হয়, অর্থাৎ উহাদের সঙ্ঘাত বলের প্রয়োগ বিন্দু বা কার্য্যস্থানকে 'সমান্তরাল বলের কেন্দ্র' বলিয়া নির্দ্দেশ করা যায়।

৪৮। বলযুগ্ম বা বলদ্বন্দ্ব। (৪৩ অনুচ্ছেদের দ্বিতীয় চিত্রে) প ও ব সমান হইলে উহাদের সঙ্ঘাতবল শূন্য হয়, এবং সঙ্ঘাতবল না থাকাতে তাহার বিপরীত দিকে একটী মাত্র বল প্রয়োগ করিয়া ক খ বিন্দুকে স্থির রাখা অসম্ভব হইয়া উঠে। ফলতঃ ওরূপ স্থলে ক খ এর ঘূর্ণন প্রবৃত্তি জন্মে। সমান ও সমান্তরাল বলদ্বয় যদি দৃঢ়রূপে সম্বদ্ধ দুইটী বিন্দুকে বিপরীত দিক হইতে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে তাহাদিগকে 'বলযুগ্ম' বা 'বলদ্বন্দ্ব' বলা যায়।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

ভারকেন্দ্র।

৪৯। পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ দ্বারা জড় দ্রব্যের অণুসকল উহার কেন্দ্র অর্থাৎ মধ্যাভিমুখে আকৃষ্ট হইয়া থাকে। দ্রব্যাদির অণুদিগের পরস্পরের সহিত যে অন্তর তাহার সহিত তুলনায় পৃথিবীর কেন্দ্র এত দূরে অবস্থিত যে পরমাণু সকল যে সকল বল দ্বারা আকৃষ্ট হয় তাহাদিগকে সমান্তরাল বলিয়া বিবেচনা করা যাইতে পারে। পরন্তু, কোন বস্তু পৃথিবী কর্তৃক যে বলে আকৃষ্ট হয়, তাহাই তাহার ভারের বিজ্ঞাপক। সুতরাং প্রতীয়মান হইতেছে, পূর্ব্বোক্ত সমান্তরাল বলগুলি স্ব স্ব আকর্ষণাধীন অণুদিগের ভারের সূচক। আরও বিবেচনা করিয়া দেখিলেই প্রতীতি হইবে, দ্রব্যাদির ভার তাহাদিগের পরমাণুদিগের ভারের সমষ্টির তুল্য। সুতরাং স্বীকার করিতে হইবে কোন দ্রব্যের অণুসকল যে সমুদায় সমান্তরাল বলের বশবর্ত্তী, উহার ভার তাহাদের সঙ্ঘাত বলের সমান। অপিচ, অণুদিগের ভারগুলি সমবেত হইয়া যে বিন্দুতে কার্য্যকারী হয়, তদুৎপন্ন দ্রব্যের ভারও অবশ্য সেই বিন্দুতে কার্য্যকারী হইবে। পরন্তু অণুদিগের ভারগুলি তৎসূচক সমান্তরাল বল সমূহের কেন্দ্র স্থানে অবস্থিত হইয়া কার্য্যকারী হইয়া থাকে। অতএব সমুদায় দ্রব্যটীর ভারও ঐ সকল সমান্তরাল বলের কেন্দ্র স্থানে কার্য্যকারী হইবে। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে, সমান্তরাল বল সমূহের কেন্দ্র স্থল ও উহাদিগের সঙ্ঘাত বলের প্রয়োগবিন্দু একবারে

অভিন্ন। সুতরাং কোন জড় বস্তুর অণুসকল যে সমস্ত সমান্তরাল বল দ্বারা পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে আকৃষ্ট হয়, তাহাদের কেন্দ্র স্থানেই উহার সমুদায় ভার কার্য্যকারী হইয়া থাকে। ফলতঃ এই নিমিত্তই উল্লিখিত সমান্তরাল বল সমূহের কেন্দ্র অর্থাৎ উহাদের সঙ্ঘাত বলের কার্য্য স্থানকে দ্রব্যাদির 'ভারকেন্দ্র' বলিয়া নির্দ্দেশ করা যায়।

সকল দ্রব্যেরই এক একটী ভারকেন্দ্র আছে, কিন্তু কোন বস্তুরই একাধিক ভারকেন্দ্র থাকা সম্ভাবিত নহে; কেননা এক একটী সমান্তরাল বলসংহতির এক একটীর অধিক সঙ্ঘাত বল থাকা অসম্ভব।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে, সমান্তরাল বল সকলের কেন্দ্র তাহাদের দিক্ প্রকাশক রেখার অবনতি সাপেক্ষ নহে। সুতরাং কোন দ্রব্যের অবস্থিতি যেরূপ হউক না কেন, উহার ভারকেন্দ্র যদি অবলম্বন প্রাপ্ত হয়, তাহা হইলে সমুদায় বস্তুটী স্থির হইয়া থাকিবে।

৫০। ভারকেন্দ্র। এক্ষণে দৃষ্ট হইতেছে, দ্রব্য মাত্রেরই এমত এক একটী স্থান আছে যে ঐ স্থান অবলম্বন প্রাপ্ত হইলে দ্রব্যটী স্থির হইয়া থাকে এবং ঐ বিন্দুকেই উহার ভারকেন্দ্র কহে। কোন সমস্থূল লৌহ দণ্ডের ঠিক মধ্যস্থল আশ্রয় প্রাপ্ত হইলে তাহার সমুদায় ভাগ অবিচলিত থাকে। উহাকে অঙ্গুলির দ্বারাই ধর, কি রজ্জু দ্বারাই ঝুলাইয়া রাখ, যদি মধ্যস্থল আশ্রয় প্রাপ্ত হয়, তাহা হইলে উভয় রূপেই উহা স্থির হইয়া থাকে; কোন দিকে নামিয়া পড়ে না। তাহার কারণ এই, ঐ দণ্ডের মধ্য বিন্দুর উভয়

পার্শ্বে যত গুলি পরমাণু আছে, তাহারা পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ দ্বারা স্ব স্ব নিম্ন দিকে আকৃষ্ট হইতেছে; কিন্তু ঐ সকল আকর্ষণ মিলিয়া মধ্যস্থল হইতে একটী আকর্ষণের ন্যায় কার্য্যকারী হয়। সুতরাং সেই আকর্ষণের প্রতিকূল একটী বল ঊর্দ্ধ দিকে প্রযুক্ত হইলে ঐ লৌহ দণ্ড স্থিরভাবে থাকিবে তাহার আশ্চর্য্য কি! নিয়তাকার ও সমঘন দ্রব্যের ঠিক মধ্যস্থলই ভারকেন্দ্র; গোলাকার দ্রব্যের কেন্দ্রই ভারকেন্দ্র। স্তম্ভের মেরুদণ্ডের মধ্য বিন্দুই ভারকেন্দ্র।

কোন কোন দ্রব্যের ভারকেন্দ্র ঐ বস্তুতে না থাকিয়া উহার অন্তরে থাকে। অঙ্গুরীয়কের ভারকেন্দ্র উহার অন্তর্গত শূন্য স্থানে অবস্থিত; ফলতঃ যাবতীয় ফাঁপা দ্রব্যেরই ভার-কেন্দ্র উহাদের মধ্যবর্ত্তী শূন্য স্থানে অবস্থিত থাকে।

যদি কোন বস্তুর ভারকেন্দ্রবিনির্গত লম্বরেখা উহার নীচে না পড়িয়া বাহিরে পড়ে, তাহা হইলে উহা স্থির থাকিতে না পারিয়া অমনি ধরণীতলে পতিত হয়। ভারকেন্দ্র অবলম্বন প্রাপ্ত হইলে দ্রব্যমাত্রেই স্থির হইয়া থাকে, এবং উহা অনাশ্রিত হইলে সকল বস্তুই বিচলিত হইয়া পড়িয়া যায়। প্রাচীর বা স্তম্ভাদি যতক্ষণ ঠিক সরল ভাবে উন্নত থাকে, ততক্ষণ তাহাদের ভারকেন্দ্রনিপতিত লম্বরেখা তাহাদিগের নিম্নে আসিয়া পড়ে। কিন্তু কোন কারণ বশতঃ যদি তাহারা হেলিয়া পড়ে, তবে ঐ রেখা তাহাদের ভূমির বাহিরে পতিত হওয়াতে তাহারা পড়িয়া যায়।

যে বস্তুর শিরোভাগ অপেক্ষা অধোভাগ প্রশস্ত তাহা শীঘ্র ভূতলে পতিত হয় না। কেননা অধিক হেলিয়া না পড়িলে

তাহার ভারকেন্দ্রাগত লম্বরেখা ভূমির বাহিরে পড়ে না। বৃত্তসূচীসদৃশ বস্তুর সূক্ষ্মদেশ নিম্নভাগে রাখিলে তাহা স্থির থাকিতে পারে না; কিন্তু তাহার প্রশস্ত মুখটী ভূমির উপর রাখিলে উহা অবিচলিত থাকে। এক পদের উপর নির্ভর করিয়া দাঁড়াইলে, কেবল এক পাদ পরিমিত স্থান আমাদিগের আধার হওয়াতে স্থির ভাবে থাকা এত কঠিন হইয়া উঠে।

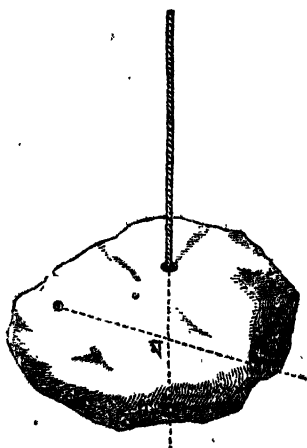
আমরা যখন দণ্ডায়মান থাকি তখন আমাদিগের শরীরের ভারকেন্দ্র হইতে লম্বরেখা নিক্ষিপ্ত হইলে উহা আমাদের পদদ্বয়ের মধ্যস্থিত বিন্দু বিশেষকে স্পর্শ করে। ইহার অন্যথা হইলে আমরা কখনই স্থির থাকিতে পারি না। সম্মুখদিকে অবনত হইয়া কূপাদি হইতে জলো-ত্তোলন করিতে হইলে দুই পা প্রসারিত করিয়া ভার-

কেন্দ্রকে পদমধ্যস্থ করিয়া রাখি। এই নিমিত্তই মস্তকে ভার লইয়া চলিতে হইলে শরীর উন্নত রাখা আবশ্যক; পৃষ্ঠে ভারবহন করিতে হইলে সম্মুখ দিকে এবং এক পার্শ্বে

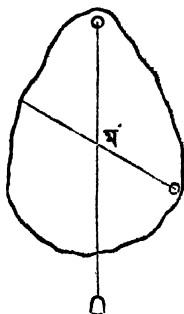
বহন করিতে হইলে অপর পার্শ্বে হেলিয়া চলিতে হয়। যখন

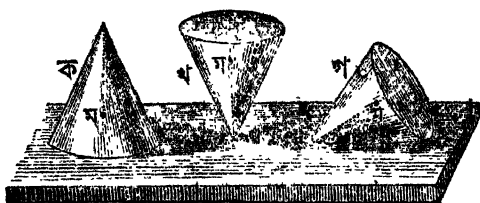
স্ত্রীলোকেরা বামকক্ষে জলপূর্ণ কলস আনয়ন করে, তখন তাহারা দক্ষিণদিকে কিঞ্চিৎ হেলিয়া গমন করিয়া থাকে। অনেকেই বাজীকরদিগকে রজ্জুর উপর দিয়া গমনাগমন করিতে দেখিয়াছেন। তাহারা স্ব স্ব শরীরের ভারকেন্দ্র ঠিক রজ্জুর উপর রাখিবার নিমিত্ত, হস্তে এক গাছি দীর্ঘ যষ্টি বা বাঁশ রাখে। পরন্তু জাপান নিবাসী সুনিপুণ বাজীকরেরা কেবল একটী ছাতা ও এক খানি পাখা হস্তে করিয়া অবলীলা ক্রমে রজ্জুর উপর দিয়া দ্রুতপদ সঞ্চারে ইতস্ততঃ গমনাগমন করিয়া দর্শকদিগকে চমৎকৃত করেন।

৫১। ভারকেন্দ্র নিরূপণ বিষয়ক পরীক্ষা। যে সকল দ্রব্যকে রজ্জুসংলগ্ন করিয়া ঝুলাইতে পারা যায়, বক্ষ্যমাণ প্রণালী অনুসারে তাহাদের ভারকেন্দ্র অবধারণ করা যাইতে পারে।

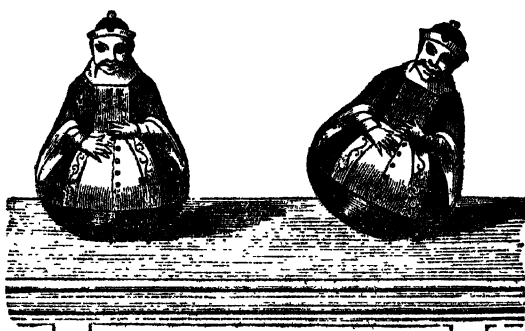
মনে কর, যে দ্রব্যটীর ভারকেন্দ্র নিরূপণ করিতে হইবে। তাহার কোন বিন্দুতে রজ্জুবদ্ধ করিয়া তাহাকে ঝুলাইয়া দেওয়া গেল। আর কিয়ৎক্ষণ এদিক ওদিক করিয়া, অবশেষে উহা সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হইল। এক্ষণে দেখ, দ্রব্যটীকে রজ্জুবদ্ধ করিয়া যে বিন্দু হইতে ঝুলাইয়া দেওয়া হইয়াছে, উহার ভার-কেন্দ্র অবশ্যই সেই আলম্বন বিন্দুর ঠিক অধোদিকে অবস্থিত হইবে। এইরূপে দ্রব্যটীর অন্য কোন স্থানে রজ্জু বদ্ধ করিয়া যদি উহাকে উক্ত আলম্বন বিন্দু হইতে লম্বিত করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলেও উহার ভার মধ্য বিন্দু, সেই আলম্বন বিন্দুর অধোদিকে অবস্থিত হইবে। সুতরাং এই দুই আলম্বন বিন্দু হইতে, অধোদিকে যদি এক একটী লম্বরেখা কল্পনা করা যায়,

তাহা হইলে ঐ দুই লম্ব রেখার সম্পাত বিন্দুই দ্রব্যটীর ভার-কেন্দ্র হইবে।

মনে কর, একখানি পাতলা ধাতু কি কাষ্ঠ খণ্ডের ভার-কেন্দ্র নিরূপণ করিতে হইবে।

প্রথমতঃ, ঐ দ্রব্যটীর একধারে কোন বিন্দুতে সূত্র বদ্ধ করিয়া উহাকে লম্বিত করিয়া দিলে, যখন উহা স্থির ভাব ধারণ করিবে, তখন উক্ত বিন্দু হইতে ওলন দড়ি ঝুলাইয়া দিয়া সেই দড়ির গায়ে গায়ে কালি কি খড়ি দিয়া একটী রেখা টান। তৎপরে অপর এক দিকে অপর একটী বিন্দুতে সূত্র বদ্ধ করিয়া লম্বিত করিয়া দিলে, উহা যখন সাম্যভাব ধারণ করিবে, তখন ঐ বিন্দু হইতে পূর্ব্ব-মত ওলন দড়ি ঝুলাইয়া দিয়া তাহার গায়ে গায়ে একটী রেখা টান। ঐ দুইটী রেখার সম্পাত বিন্দু, দ্রব্যটীর ভারকেন্দ্র বিন্দুর ঠিক বহির্ভাগে অবস্থিত হইবে। ভারকেন্দ্র বিন্দুটি অবশ্য দ্রব্যের ভিতরে অবস্থিত হইবে।

৫২। স্থায়ী, অস্থায়ী ও উদাসীন সাম্যভাব। যে ভাবে অবস্থিত হইলে কোন দ্রব্যের সাম্যভাব সহসা বিনষ্ট হয় না এবং ঈষৎ সঞ্চালিত হইলেও পুনর্ব্বার পূর্ব্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়, সেই ভাবকে তাহার 'স্থায়ী' ভাব কহে। আর যে ভাবে অবস্থিত হইলে ঈষৎ সঞ্চালন বশতঃই সাম্যভাবের নাশ হয়, তাহাকে 'অস্থায়ী' সাম্য-ভাব বলে। আর যে ভাবে অবস্থিত হইলে অবস্থান্তর বশতঃ সাম্যভাবের ধ্বংস হয় না, প্রত্যুত সেই নূতন অবস্থাতেও পুনর্ব্বার সাম্য-ভাব ধারণ করে তাহাকে 'উদাসীন' ভাব কহে।

একটী মোচার অগ্রভাগ কাটিয়া লইয়া এই বিষয়টী অনায়াসে পরীক্ষা করিয়া দেখা যাইতে পারে। যদি উহার প্রশস্ত

মুখটী কোন সমতল ভূমির উপর রাখা যায়, তাহা হইলে অল্প পরিমাণে বিচলিত হইলেও অবস্থান্তর প্রাপ্ত হয় না; এই নিমিত্ত উহার ঈদৃশ সাম্যাবস্থাকে স্থায়ী সাম্যভাব কহে। কিন্তু উহার সূক্ষ্মদেশ অধোদিকে স্থাপিত করিয়া রাখিলে কিঞ্চিন্মাত্র বিচলিত হইলেই স্থির থাকিতে না পারিয়া পড়িয়া যায়, এই নিমিত্ত উহার এরূপ সাম্যাবস্থাকে অস্থায়ী সাম্য ভাব বলে। আর যদি উহাকে সমতল ভূমির উপর কাৎ করিয়া ফেলিয়া রাখ, তাহা হইলে চালিত হইলে অবস্থান্তর প্রাপ্ত হয় বটে, কিন্তু সেই নূতন অবস্থাতেও পূর্ব্বের ন্যায় স্থির হইয়া থাকে, এই নিমিত্ত উহার ঈদৃশ সাম্যভাবকে উদাসীন সাম্যভাব বলা যাইতে পারে।

যে সকল দ্রব্যের ভার মধ্য বিন্দু উঁহাদের অধোভাগে অবস্থিত, তাহারা ঈষৎ বিচলিত হইলেও পুনরায় সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হয়। ইহা নিম্ন প্রদত্ত চিত্রের অনুরূপ ক্রীড়নক দ্বারা অনায়াসে প্রতিপন্ন করা যাইতে পারে।

এই ক্রীড়নক গুলির অধোভাগে এক একটী সীসক

খণ্ড থাকাতে ঈষৎ বিচলিত হইলেও হেলিয়া ঢুলিয়া পুনরায় স্থির হয়। ইহাদের সাম্য ভাব স্থায়ী।

স্থায়ী, অস্থায়ী ও উদাসীন সাম্যভাবের আর এক একটী উদাহরণ দেওয়া যাইতেছে।

১। রজ্জু দ্বারা লম্বিত ভারী বস্তুর সাম্যভাব স্থায়ী, কেননা বিচলিত হইলে ঐ বস্তুটী পুনর্ব্বার পূর্ব্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়।

২। অঙ্গুলির অগ্রভাগদ্বারা লম্বভাবে ধৃত যষ্টির সাম্য-ভাব অস্থায়ী।

৩। সমতল ভূমিতে স্থাপিত ভাঁটার সাম্যভাব উদা-সীন, কেননা গড়াইয়া দিলেও নূতন অবস্থায় পূর্ব্বের ন্যায় সাম্যভাবে থাকে।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

বলমূলক যন্ত্র।

৫৩। যন্ত্র। যদ্দ্বারা একস্থানে প্রযুক্ত বল স্থানান্তরে ভিন্ন রূপে কার্য্যকারী হয় তাহার নাম যন্ত্র।

বক্ষ্যমাণ যন্ত্র কয়েকটীর পরস্পর সংযোগে যাবতীয় যন্ত্র বিনির্ম্মিত হইয়া থাকে ; এই নিমিত্ত উহাদিগকে বিশুদ্ধ যন্ত্র বলা যায়। বিশুদ্ধ যন্ত্র সমুদায়ে ষড়্‌বিধ। যথা :—

১। দণ্ড যন্ত্র।

২। অক্ষচক্র যন্ত্র।

৩। কপি যন্ত্র।

৪। ক্রম নিম্ন ধরাতল যন্ত্র।

৫। কাজলা, ছেনি বা ছেদনী যন্ত্র।

৬। স্ক্রু বা পেঁচ যন্ত্র।

পরন্তু দণ্ড যন্ত্র ও ক্রমনিম্ন ধরাতল যন্ত্রের সংযোগে অপর চারিটী যন্ত্র উৎপন্ন হইয়া থাকে। সুতরাং স্বীকার করিতে হইবে যে, বিশুদ্ধ যন্ত্র সমুদায়ে দ্বিবিধ। তথাপি উল্লিখিত ছয়টি যন্ত্রেরই নির্ম্মাণ প্রণালী অপেক্ষাকৃত সরল বলিয়া যন্ত্রবিৎ পণ্ডিতেরা উহাদিগকে সরল ও বিশুদ্ধ যন্ত্র বলিয়া নির্দ্দেশ করিয়াছেন।

যদ্দ্বারা যন্ত্র সকল পরিচালিত হয় তাহার নাম বল। আর যন্ত্র দ্বারা কোন কার্য্য সম্পাদন করিতে হইলে যে প্রতিবন্ধক অতিক্রম করিতে হয় তাহার নাম ভার।

৫৪। দণ্ডযন্ত্র,—সরল দণ্ডযন্ত্র ও বক্র দণ্ডযন্ত্র। যদি কোন কঠিন দণ্ড কোন দৃঢ় বদ্ধ বিন্দুর চতুঃপার্শ্বে ঘুরিতে থাকে, তাহা হইলে তাহাকে দণ্ড যন্ত্র বলা যায়। যে দৃঢ় বদ্ধ বিন্দুর চতুর্দ্দিকে দণ্ড যন্ত্র ঘূর্ণিত হয় তাহাকে উহার আলম্ব বা অবলম্ব বলিয়া নির্দ্দেশ করা যায়। যে দণ্ডযন্ত্রের দণ্ড সরল তাহাকে সরল দণ্ড যন্ত্র, আর যাহার দণ্ড বক্র তাহাকে বক্র দণ্ড যন্ত্র বলে।

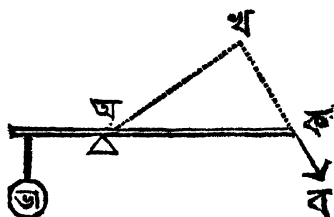
৫৫। অবলম্বমধ্যক, ভারমধ্যক ও বলমধ্যক দণ্ড যন্ত্র। অবলম্ব, বলের কার্য্য স্থান ও ভারের কার্য্য স্থান এই তিনের অবস্থিতি ভেদে দণ্ড যন্ত্র ত্রিবিধ। যে দণ্ড যন্ত্রের অবলম্ব, বল ও ভারের কার্য্য স্থানের মধ্যস্থিত তাহাকে অবলম্বমধ্যক, যাহার ভারের কার্য্য স্থান অবলম্ব ও বলের কার্য্য স্থানের মধ্যস্থিত তাহাকে 'ভার মধ্যক'; আর যাহার বলের কার্য্য স্থান অবলম্ব ও ভারের কার্য্য স্থানের মধ্যস্থিত তাহাকে 'বল মধ্যক' দণ্ড যন্ত্র বলিয়া নির্দ্দেশ করা যায়।

এস্থলে এই ত্রিবিধ দণ্ড যন্ত্রের এক একটী প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। প্রথম চিত্রে অবলম্ব স্থান অ, বল ও ভারের প্রয়োগ স্থানের মধ্যস্থিত। দ্বিতীয় চিত্রে ভারে কার্য্যস্থান ভা, অবলম্ব ও বলের প্রয়োগ স্থানের মধ্যস্থিত। তৃতীয় চিত্রে বলের প্রয়োগ স্থল ব, ভারের

কার্য্যস্থান ও অবলম্বের মধ্যস্থিত। সুতরাং এই তিনটী চিত্র

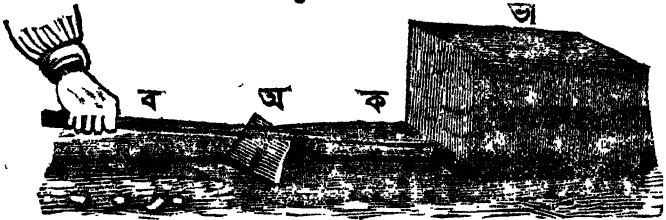
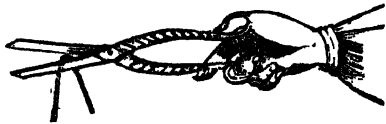
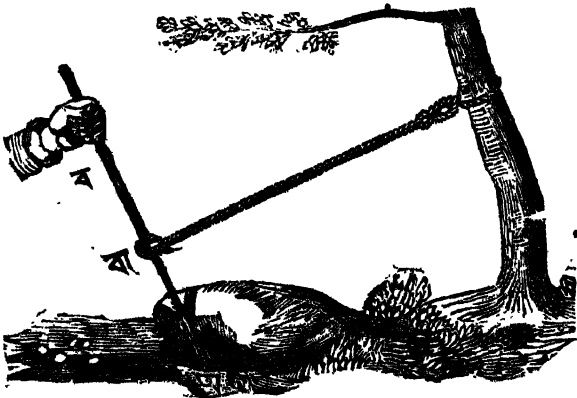
দ্বারা যথাক্রমে অবলম্বমধ্যক, ভারমধ্যক ও বলমধ্যক দণ্ড যন্ত্রের প্রতিরূপ প্রকাশিত হইতেছে।

৫৬। দণ্ড যন্ত্রের ভুজ। অবলম্ব স্থল হইতে বল ও ভারের অভিমুখে লম্বপাত করিলে সেই লম্ব দ্বয়কে দণ্ড যন্ত্রের ভুজ বা বাহু বলিয়া নির্দ্দেশ করা যায়। প্রদত্ত চিত্র ত্রয়ে দণ্ডগুলি সমতল এবং বল ও ভার লম্ব ভাবে কার্য্যকারী, সুতরাং অক ও অভা দ্বারাই ভুজগুলি সূচিত হইতেছে। পরন্তু দণ্ড যদি ঠিক সরল না হয়, অথবা যদি বল কি ভারসূচক রেখার সহিত

উহার অবনতি সমকোণ না হয়, তাহা হইলে অবলম্ব হইতে লম্ব টানিয়া ভুজের পরিমাণ অবধারণ করিতে হয়। পার্শ্বস্থ চিত্রে অখ দ্বারা বলের অভিমুখের ভুজটী প্রকাশিত হইতেছে।

৫৭। দণ্ড যন্ত্রের সাম্যভাব। সমান্তরাল বল বিষয়ে যাহা উক্ত হইয়াছে, বিবেচনা করিয়া দেখিলে তাহা হইতে প্রতীয়মান হইবে যে, ব × বঅ = ভা × ভাঅ হইলে দণ্ডের সাম্যাবস্থা হয়। অর্থাৎ বল ও ভারকে স্ব স্ব সন্নিহিত ভুজ দিয়া গুণ করিলে যদি গুণফল সমান হয়, তাহা হইলে সাম্য ভাব হইয়া থাকে। (অতএব,

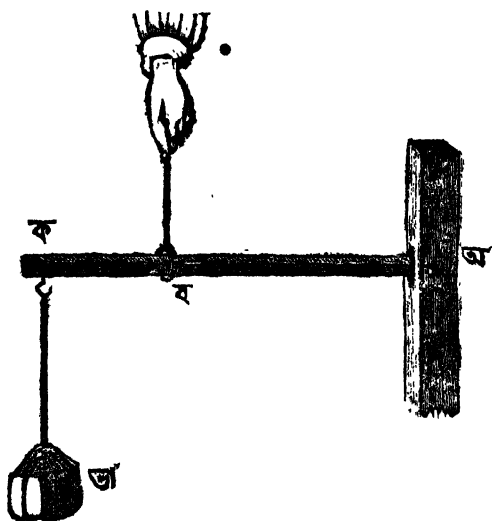
$$\frac{\text{ভা}}{\text{ব}} = \frac{\text{অ হইতে ব এর অভিমুখে বিনিক্ষিপ্ত লম্ব}}{\text{অ হইতে ভা এর অভিমুখে বিনিক্ষিপ্ত লম্ব}}\text{।)}$$

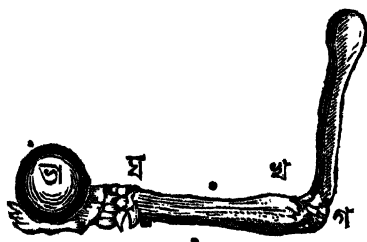
৫৮। দণ্ড যন্ত্রের কতিপয় দৃষ্টান্ত স্থল। বৃহৎ

বৃহৎ কাষ্ঠাদি তুলিতে হইলে, কথন কথন এক থান বাঁশ লইয়া তাহার নীচে এক খানি প্রস্তর বা ইষ্টক স্থাপন করিয়া

তাহার এক প্রান্ত সেই কাষ্ঠের নীচে প্রবিষ্ট করিয়া দিয়া অপর প্রান্ত ধরিয়া চাপ দিয়া থাকে। এবংবিধ যন্ত্র এক প্রকার অবলম্বমধ্যক দণ্ড যন্ত্র ব্যতীত আর কিছুই নহে। কাঁচি দুইটী অবলম্বমধ্যক দণ্ড যন্ত্রের সংযোগে উৎপন্ন হইয়া থাকে। ঢেঁকিও এক প্রকার অবলম্বমধ্যক দণ্ড যন্ত্র।

অবলম্বমধ্যক দণ্ড যন্ত্রের কয়েকটী উদাহরণ দেওয়া

হইল, এক্ষণে ভারমধ্যক দণ্ড যন্ত্রের কয়েকটী উদাহরণ প্রদত্ত হইতেছে। যখন বৃক্ষাদি কাটিয়া ফেলিবার সময় কোন দণ্ডের সহিত উহাদিগকে সংযুক্ত করিয়া দণ্ডের এক প্রান্ত মৃত্তিকায় চাপিয়া অপর প্রান্ত ধরিয়া টান দেওয়া যায়, তখন উহা একটী ভার মধ্যক দণ্ড যন্ত্রের উদাহরণ স্থল হইয়া উঠে। নৌকার দাঁড় একপ্রকার ভারমধ্যক দণ্ড যন্ত্র। জল উহার অবলম্ব, নৌকা ভার ও দাঁড়িদিগের আকর্ষণ বল। দ্বারের কপাটও এক প্রকার ভারমধ্যক দণ্ড যন্ত্র। উহার এক প্রান্তস্থিত কব্জা কি হাঁসকল অবলম্ব, যে বলে টানা যায়, তাহা অপর প্রান্তে কার্য্যকারী এবং উহার ভার এই দুয়ের মধ্যস্থিত। যাঁতি দুইটী ভারমধ্যক দণ্ড যন্ত্রের সংযোগে উৎপন্ন। উহার এক প্রান্তস্থিত খিল

অবলম্ব, অপর প্রান্তে যে চাপ দেওয়া যায় তাহাই বল, এবং গুবাকাদি যে সকল দ্রব্য উহার মধ্যে স্থাপন করা যায়, তাহাই ভার।

পর পৃষ্ঠায় বলমধ্যক দণ্ড যন্ত্রের উদাহরণ স্বরূপ একটী চিত্র দেওয়া হইল। এইরূপ দণ্ডযন্ত্রে ভার অপেক্ষা বল অবলম্বের সন্নিহিত হওয়াতে অধিক বল প্রয়োগ করিলেও অল্প বলের কার্য্য হইয়া থাকে। বলের অপচয় হইলে সুতরাং বেগের উপচয় হয়, এই নিমিত্ত যেখানে অধিক বেগের প্রয়োজন, বা যে স্থলে প্রতিবন্ধক অতি অল্প, কেবল সেই রূপ স্থলে ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে। বলের অপচয় হয় বলিয়া এরূপ যন্ত্র সচরাচর ব্যবহৃত হয় না; কিন্তু জগদীশ্বর প্রাণিগণের

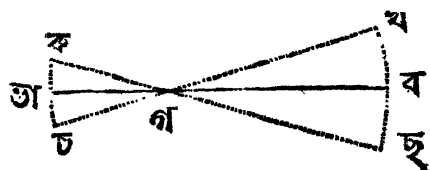
শরীর নির্ম্মাণ কালে এইরূপ দণ্ড যন্ত্র ব্যবহার

করিয়াছেন।

আমাদের হস্তই ইহার এক উৎকৃষ্ট উদাহরণ স্থল। আমাদের হাতের কনুই অবলম্বন, ঐ কনুয়ের নিম্নস্থ মাংসপেশীর আকুঞ্চন ও প্রসারণই বল এবং হস্ত ও

তদ্দ্বারা যাহা কিছু তোলা যায় তাহাই ভার। হস্ত যদি এক ফুট উঠে, তাহা হইলে উল্লিখিত পেশী ১ ইঞ্চি পরিমাণে আকুঞ্চিত হয়; অর্থাৎ যে বলে হস্ত চালিত হয়

তাহার দ্বাদশ গুণ অধিক বলে উক্ত পেশী সঙ্কুচিত হইয়া থাকে।

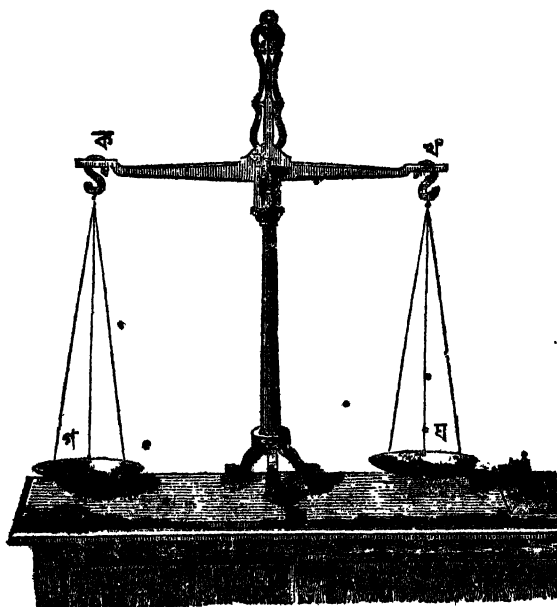
৫৯। যন্ত্রদ্বারা বলের লাভ করিতে গেলে বেগ ও সময়ের ক্ষতি হয়। এক্ষণে অভিনিবেশ পূর্ব্বক বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে, দণ্ড যন্ত্রে বল সন্নিহিত ভুজের পরিমাণ তাদৃশ অধিক হইলে অল্পমাত্র বল দ্বারা গুরু ভার ধৃত ও উত্তোলিত হইতে পারে।

পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রের প্রতি দৃষ্টিপাত করিলে প্রতীতি হইবে যে, ভুজ যত বৃহৎ হয়; তাহার প্রান্ত ভাগ তত বেগে ঘূর্ণিত হইয়া থাকে। কেননা যে সময়ের মধ্যে ব বিন্দুর দ্বারা-

খছ বৃত্তাংশ নিষ্কাশিত হইবে, সেই সময়ে ভা বিন্দুটী কচ বৃত্তাংশ মাত্র পরিক্রমণ করিবে। (ফলতঃ ভার ও বলকে স্ব স্ব বেগ দ্বারা গুণ করিলে যদি গুণফল সমান হয় তাহা হইলে সাম্যভাব হইবে। ভা ও ব উভয়ই এক একটী নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ বলের সূচক ইহা বলা বাহুল্য মাত্র। অতএব প্রযুক্ত বল দ্বয়কে তাহাদের বেগ দ্বারা গুণ করিলে যদি গুণ ফল সমান হয় তাহা হইলে সাম্যাবস্থা হইবে। পরন্তু বেগ ও বলের গুণফলকে বেগবল বা কার্য্যফল বলে। সুতরাং বলা যাইতে পারে, প্রযুক্ত বলদ্বয়ের বেগবল বা কার্যফল সমান হইলে দণ্ডের সাম্যাবস্থা হয়।

এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখিলেই প্রতীতি হইবে, প্রযুক্ত বলের বেগ যদি তাদৃশ অধিক হয়, তাহা হইলে তদ্দ্বারা বৃহৎ ভার উত্তোলন করা যাইতে পারে। অতএব দৃষ্ট হইতেছে, অল্প বলের দ্বারা অধিক বলের কার্য্য সম্পাদন করিতে হইলে বেগের অপচয় কর এবং বেগের অপচয় হইলে সুতরাং সময়েরও অপচয় হইয়া থাকে। ফলতঃ দণ্ডযন্ত্র দ্বারা অল্প বল প্রয়োগ করিয়া অধিক বলের কার্য্য করিলে বেগ ও সময়ের ক্ষতি হইয়া থাকে। মনে কর, কোন অবলম্বমধ্যক দণ্ড যন্ত্রের ভার সন্নিহিত ভুজ অপেক্ষা বল-সন্নিহিত ভুজটী দশগুণ বৃহৎ। এক্ষণে ভারের পরিমাণ যদি দশ সের হয় তাহা হইলে ১ সের মাত্র বল প্রয়োগ করিলেই দণ্ড যন্ত্রের সাম্যাবস্থা হইবে। এস্থলে অবলম্ব বিন্দুর প্রতিক্রিয়া দ্বারা ১ সের এবং প্রযুক্ত বলদ্বারা অবশিষ্ট ১ সের মাত্র ধৃত হইবে। আর যদি ঐ দশ সের ভারকে এক ফুট ঊর্দ্ধে তুলিতে হয় এবং ১ সেকেণ্ডে যদি তুমি ১ সেরের অধিক বস্তু ১ ফুট ঊর্দ্ধে তুলিতে না পার, তাহা হইলে যন্ত্র সহকারে, তুমি ১ সেকেণ্ডে ১০ সের ভার ১ ফুট ঊর্দ্ধে তুলিতে পারিবে না। প্রত্যুতঃ, ১ সের পরিমিত বল প্রয়োগ করিয়া দশ সেরকে ১ ফুট ঊর্দ্ধে তুলিতে দশ সেকেণ্ড লাগিবে এবং দশ সের ভার যে সময়ে ১ ফুট উঠিবে, তাহাতে ১ সের ভারটী ১০ ফুট নামিয়া পড়িবে। অতএব স্পষ্ট প্রতীয়মান হইতেছে, বলের লাভ করিতে গেলে সময় এবং বেগের ক্ষতি হয়। ফলতঃ দণ্ডযন্ত্রে

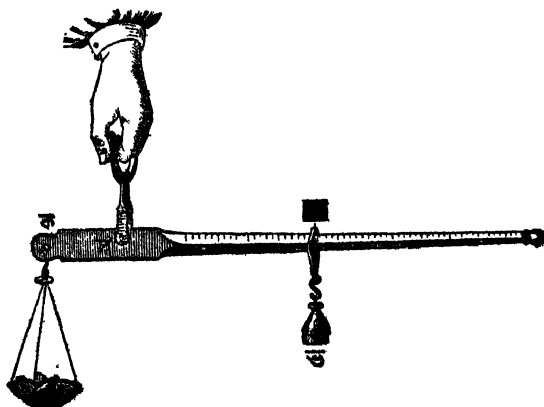
বলের উৎপত্তিও হয় না, বৃদ্ধিও হয় না; অল্প বল দ্বারা অধিক বলের কার্য্য করিতে হইলে বেগ ও সময়ের হানি হয়।

৬০। তুলাদণ্ড। নিক্তি এক প্রকার সমভুজ অবলম্বমধ্যক দণ্ড যন্ত্র।

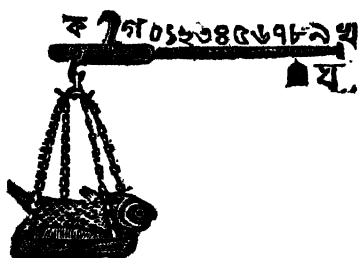
উৎকৃষ্ট নিক্তি নির্ম্মাণ করিতে হইলে, কখ দণ্ড এরূপ করা আবশ্যক যে, গ ও ঘ ভার শূন্য অথবা সমান ভার সম্পন্ন হইলে উহা ঠিক সমতল ভাবে থাকিবে; এবং ঘ ও গ পাল্লার ভারের অতি অল্প পরিমাণে ন্যূনাধিক্য

হইলেও উহা অবনত ভাব ধারণ করিবে; আর উভয়

দিকের ভার যখন সমান থাকিবে, তখন বিচলিত হই-লেও পুনরায় অবিলম্বে সাম্যভাব প্রাপ্ত হইবে।

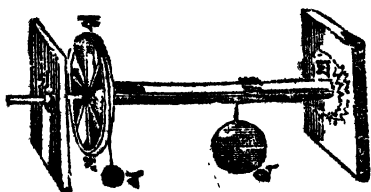
তুলা দণ্ড সম্পূর্ণরূপে নির্দ্দোষ না হইলেও তদ্দ্বারা প্রকৃত ভার নির্ণয় করিতে পারা যায়। মনে কর, যে দ্রব্যের প্রকৃত ভার নির্ণয় করিতে হইবে, তাহাকে এক পাল্লায় রাখিয়া অপর পাল্লায় প্রস্তর খণ্ডাদি দিয়া উভয় দিক্ সমান করা গেল। পরে ঐ দ্রব্যটী নামাইয়া তৎস্থানে বাটখারা চড়াইয়া পুনর্ব্বার দুই দিক সমান করা গেল। এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে বাটখারা গুলির সমষ্টি দ্রব্যটীর ভার বিজ্ঞাপক।

নিম্নে এক প্রকার বিষম ভুজ তুলা দণ্ডের চিত্র প্রদত্ত হইল।

এইরূপ তুলাদণ্ড সহকারে মৎস্যাদি ওজন করিয়া থাকে। মৎস্যাদি যাহা কিছু ওজন করিতে হইবে, তাহাকে ক হইতে লম্বিত পাল্লায় রাখিতে হয়;

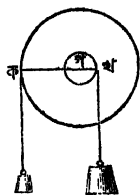
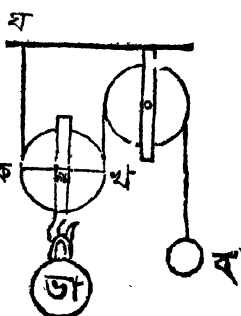
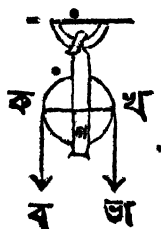
এবং ঘ ভারটীকে ক্রমশঃ সরাইয়া দণ্ডকে সমতল ভাবা-

পন্ন করিতে হয়। স্পষ্টই লক্ষিত হইতেছে, ঘ বিন্দুতে ১ সের পরিমিত ভার রাখিলে, যদি কখ দণ্ডসমতল ভাব ধারণ করে, তাহা হইলে প্রস্তাবিত বস্তু $\frac{\text{ঘগ}}{\text{কগ}}$ সের পরিমিত ভারী হইবে। সুবিধার জন্য দাঁড়ির গায়ে সের, ছটাক, ইত্যাদি সূচক দাগ অঙ্কিত থাকে।

আমাদিগের দেশে প্রাচীন কাঁল হইতে যে তুল দাঁড়ি ব্যবহৃত হইয়া আসিতেছে, তাহা এক প্রকার বিষম ভুজ সম্পন্ন অবলম্বমধ্যক দণ্ড মাত্র।

৬১। অক্ষ-চক্র যন্ত্র। নিম্নে একটী অক্ষ-চক্র যন্ত্রের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল।

কখ চক্রের পরিধিতে এক গাছি রজ্জু জড়াইয়া তাহার এক প্রান্তে ব পরিমিত বল প্রযুক্ত হইয়াছে এবং গঘ অক্ষে অপর এক গাছি রজ্জু বিপরীত ভাবে জড়াইয়া

তাহার এক প্রান্ত হইতে ভা, ভারটী লম্বিত করিয়া দেওয়া হইয়াছে।

অক্ষের ব্যাসার্দ্ধ অপেক্ষা, চক্রের ব্যাসার্দ্ধ যত বৃহৎ হয়, প্রস্তাবিত যন্ত্রের দ্বারা বলের লাভও তত অধিক হইয়া থাকে। যদি অক্ষের ব্যাসার্দ্ধের সহিত, চক্রের ব্যাসার্দ্ধের যে অনুপাত এবং চক্রবদ্ধ রজ্জুর প্রান্তে প্রযুক্ত বলের সহিত অক্ষবদ্ধ রজ্জু হইতে লম্বিত ভারেরও সেই অনুপাত হয়, তাহা হইলে যন্ত্রের সাম্যভাব হইয়া থাকে। বিবেচনা করিয়া দেখিলেই প্রতীতি হইবে, পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে অক্ষ ও চক্রের ব্যাসার্দ্ধ কচ ও কখ একটী অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড যন্ত্রের ভুজ স্বরূপ। সুতরাং ব × কগ = ভা × খগ

$$\frac{\text{ভার}}{\text{বল}} = \frac{\text{কখ}}{\text{কচ}} = \frac{\text{চক্রের ব্যাসার্দ্ধ}}{\text{অক্ষের ব্যাসার্দ্ধ}}$$

৬২। কপিকল, বদ্ধকপি। কোনি কীলকের উপর ঘূর্ণায়মান চক্রের পরিধির মধ্যভাগ কিঞ্চিন্নত করিয়া তাহাতে এক গাছি রজ্জু সন্নিবেশিত করিয়া, সেই রজ্জুর এক প্রান্তে ভার ও অপর প্রান্তে বল প্রয়োগ করিলে কপি যন্ত্র উৎপন্ন হয়। একটী মাত্র বদ্ধ কপি দ্বারা বলের লাভ হয় না, কিন্তু প্রযুক্ত বলের অভিমুখ পবিবর্ত্তিত হইয়া থাকে। এই যন্ত্র সহকারে ভূমিতে দাঁড়াইয়া দ্রব্যাদি উর্দ্ধে উঠাইতে পারা যায়। অনেকেই দেখিয়া থাকিবেন, নৌকার পাল

টাঙ্গাইবার সময়ে এই রূপ একটী কপি ব্যবহার করে, সেই কপিটী মাস্তুলের উপরি ভাগে বদ্ধ করিয়া রাখে। বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে প্রস্তাবিত যন্ত্রটী, কগখ নামক একটী সমভুজ অবলম্বমধ্যক দণ্ডযন্ত্রের স্বরূপ। অতএব ভা × খগ = ব × কগ হইলে যন্ত্রের সাম্যাবস্থা হইবে। কিন্তু খগ = কগ, ∴ ভা = ব, না হইলে সাম্যাবস্থা হয় না।

৬৩। অবদ্ধ কপিযন্ত্র। পূর্ব্বোক্ত বদ্ধকপি যন্ত্রে বলের লাভ হয় না, পরন্তু অবদ্ধ কপি দ্বারা বলের লাভ করিতে পারা যায়। পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে অবদ্ধ কপির প্রতিকৃতি প্রকাশিত হইল। দৃষ্ট হইতেছে, বদ্ধ কপিযন্ত্রে যেরূপ রজ্জুর এক প্রান্তে ভার প্রযুক্ত হইয়া থাকে অবদ্ধ কপিতে সেরূপ নহে; ইহাতে রজ্জুর এক প্রান্ত দৃঢ়রূপে সম্বদ্ধ এবং বল প্রয়োগের সুবিধার কারণ অপর প্রান্ত একটী বদ্ধ কপির উপর দিয়া নীত হইয়া থাকে এবং প্রস্তাবিত অবদ্ধ কপির অক্ষ যে কাষ্ঠ বা ধাতু ফলকে সম্বদ্ধ তাহার প্রান্ত ভাগ হইতে ভার লম্বিত করিয়া দিয়া থাকে। বিবেচনা করিয়া দেখিলে বোধ হইবে, এইরূপ কপিযন্ত্র কার্য্যতঃ ভারমধ্যক দণ্ডযন্ত্র বই আর কিছুই নহে। ক উহার অবলম্ব এবং গ ও খ যথাক্রমে ভার ও বলের প্রয়োগ স্থল। সুতরাং

ভা × কগ = ব × কখ

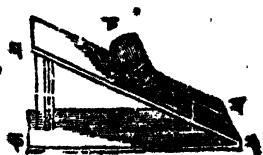
কিন্তু কখ = ২ গক

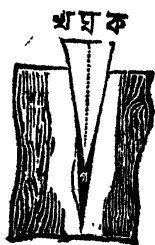
$$\therefore \frac{\text{ভা}}{\text{ব}} = ২, \text{ ও ভা} = ২ \text{ ব}$$

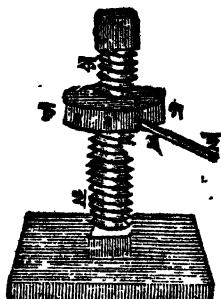
অর্থাৎ এরূপ যন্ত্র দ্বারা ১ সের পরিমিত বল প্রয়োগ করিয়া ২ সের পরিমিত ভার উত্তোলন করিতে পারা যায়, ইত্যাদি।

পরন্তু বলের লাভ করিতে গেলে বেগের ক্ষতি হয়। ভারটীকে যদি ১ ফুট উর্দ্ধে তুলিতে হয় তাহা হইলে রজ্জুর যে প্রান্তে বল প্রয়োগ করা যায় তাহাকে দুই ফুট নামান আবশ্যক।

৬৪। ক্রমনিম্ন ধরাতল। গুরুভার তুলিবার সময়ে কখন কখন ক্রমনিম্ন ধরাতল যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পার্শ্বস্থ চিত্রে গখ একটী ক্রমনিম্ন ধরাতল। এতদ্দ্বারা চ প্রভৃতি বস্তু সকলকে যে অপেক্ষাকৃত অল্প আয়াসে খগ এর উপর ঠেলিয়া তুলিতে পারা যায়, ইহা বলা বাহুল্য মাত্র। কগ এর অপেক্ষা খগ এর দীর্ঘতা যত অধিক

হয়, খগ এর অভিমুখে দ্রব্যটীর ভার অপেক্ষা তত অল্প পরিমাণে বল প্রয়োগ করিয়া উহাকে ঠেলিয়া তুলিতে পারা যায়। অর্থাৎ ভা : ব :: খগ : কগ।

$$\therefore \frac{\text{ভা}}{\text{ব}} = \frac{\text{খগ}}{\text{কগ}} = \frac{\text{ধরাতলের দৈর্ঘ্য}}{\text{ধরাতলের উন্নতি}}$$

৬৫। কাজলা বা ছেনী বা ছেদনী। যদি ক্রমনিম্ন ধরাতলের উপর দিয়া দ্রব্যটীকে ঠেলিয়া না তুলিয়া ধরাতলকে সেই দ্রব্যের নীচে দিয়া চালিত করা যায়, তাহা হইলেও দ্রব্যটী যে উন্নত হইয়া উঠিবে, ইহা বলিবার অপেক্ষা কি। পরন্তু, ক্রমনিম্ন ধরাতল এই রূপে প্রযুক্ত হইলে তাহাকে 'কাজলা বা ছেনী বা ছেদনী' বলা যায়। কাজলা ও ছেনি বা ছেদনী একই যন্ত্রের ভিন্ন ভিন্ন উপাধি মাত্র, কাষ্ঠ নির্ম্মিত হইলে কাজলা ও ধাতু নির্ম্মিত হইলে ছেনি বা ছেদনী বলা যায়, নতুবা কাজলা ও ছেনিতে বা ছেদনীতে অন্য কোন প্রভেদ নাই। পার্শ্বে যে প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল, তদ্দৃষ্টে প্রতীত হইবে যে, দুইটী ক্রমনিম্ন ধরাতলের তল ভাগের পরস্পর সংযোগে কাজলার উৎপত্তি হইয়াছে। বাস্তবিকও সচরাচর যে সকল কাজলা ব্যবহৃত হইয়া থাকে, তাহাদিগের আকৃতি এইরূপ।

সঙ্কীর্ণ দেশে সমধিক বল প্রয়োগের আবশ্যকতা হইলে সচরাচর কাজলা ব্যবহার করিয়া থাকে। কাষ্ঠ চিরিতে এবং প্রস্তর বিদীর্ণ করিতে কাজলা ব্যবহার করিয়া থাকে। কঠিন ধাতু সকলকে কাটিতে হইলে, ছেনি বা ছেদনী ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ফলতঃ ছুরি, কাঁচি, কাটারি, কুঠার, ছুঁচ, প্রেক, পিন প্রভৃতি কাটিবার ও বিঁধিবার যত যন্ত্র আছে, তৎসমুদায় এই যন্ত্রের রূপান্তর মাত্র।

৬৬। স্ক্রু যন্ত্র। সরল সিঁড়ির সহিত গোল সিঁড়ির যেরূপ প্রভেদ, ক্রমনিম্ন ধরাতলের সহিত স্ক্রু যন্ত্রেরও ঠিক সেই রূপ প্রভেদ। কোন স্তম্ভাকার দ্রব্যের গায়ে যদি একটী ক্রমনিম্ন ধরাতল জড়ান যায়, তাহা হইলে স্ক্রু যন্ত্র উৎপন্ন হয়।

এক খণ্ড কাগজকে সমকোণী ত্রিভুজের সদৃশ কাটিয়া, তাহার দৈর্ঘ্যের দিক একটী পেন্সিলের গায়ে লাগাইয়া, কর্ণের দিক সেই পেন্সিলের গায়ে জড়াইয়া দেখিলেই ইহা অনুভূত হইতে পারে। কাগজ খানিকে পেন্সিলের গায়ে জড়াইলে উহার কর্ণটী স্ক্রু যন্ত্রের স্থূত্রাকার ধারণ করিবে।

কার্য্যকালে প্রায়ই দুইটী স্ক্রু একত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে, তন্মধ্যে একটী অপরটীর ঠিক বিপরীত, একটীর সূত্র সকল উপরিভাগে কাটা, অপরটী শূন্যগর্ভ এবং তাহার সূত্র সকল ভিতরের দিকে অবস্থিত। শূন্যগর্ভ স্ক্রুকে আবরণ স্ক্রু বলা যায়। আবরণ স্ক্রুর যে স্থান নত, প্রকৃত স্ক্রুর সেই স্থান উন্নত। কোথাও আবরণ স্ক্রু স্থির থাকে এবং প্রকৃত স্ক্রুটী তাহার অভ্যন্তর দিয়া চালিত হয়, আবার কোথাও বা প্রকৃত স্ক্রু ঘুরে না, আবরণের ঘূর্ণন বশতঃ উহার উন্নতি ও অবনতি হয়।

গতি বিজ্ঞান।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

বেগ।

পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে, 'যদ্দ্বারা জড়বস্তুর গতি উৎপাদিত কি পরিবর্ত্তিত কি নিবারিত হয় বা হইতে পারে তাহার নাম বল।' আরও বলা গিয়াছে যে, 'যে সকল বল দ্বারা গতি উৎপাদিত হইতে পারে, কিন্তু হয় না, তাহারা স্থিতিশাস্ত্রের, আর যে সকল বল দ্বারা বাস্তবিক গতি উৎপাদিত হয়, তাহারা গতি শাস্ত্রের বিষয়।' স্থিতিশাস্ত্র সংক্রান্ত স্থূল স্থূল তত্ত্ব গুলি সঙ্ক্ষেপে বর্ণিত হইয়াছে, সম্প্রতি গতিশাস্ত্র সম্বন্ধীয় কয়েকটী প্রয়োজনীয় বিষয়ের বিবরণ লিখিত হইতেছে।

৬৭। ঋজুগতি ও বক্রগতি। কোন জড়বস্তুর গতি নিরূপণ করিতে হইলে ঐ বস্তু কিরূপ পথে ও কিরূপ বেগে গমন করিতেছে, তাহা বিবেচনা করা আবশ্যক। যদি কোন সচল বস্তু অবিরত ঋজু রেখা ক্রমে একদিকে ধাবমান হয়, তাহা হইলে তাহার গতিকে ঋজু রৈখিক বা সংক্ষেপে ঋজু গতি বলা যায়। আর যদি নিয়তই দিক্ পরিবর্ত্তিত হইতে থাকে তাহা হইলে তাহার গতিকে বক্র রৈখিক বা সংক্ষেপে বক্রগতি কহে। অতএব পথ-ভেদে গতি দুই প্রকার; ঋজু ও বক্র।

৬৮। বেগ। গতির হারকে বেগ বলে। যে বস্তু

১ একঘণ্টায় ১ এক মাইল পথ চলিতে পারে তাহার বেগ ঘণ্টায় ১ এক মাইল বলা যায়। যে বস্তু ১ এক ঘণ্টায় ৫ পাঁচ মাইল চলে, তাহার বেগ প্রতি ঘণ্টায় পাঁচ মাইল এবং যে বস্তু ৫ পাঁচ ঘণ্টায় ৫০ মাইল পথ গমন করিতে পারে, তাহার বেগ ঘণ্টায় দশ মাইল বলিতে হয় ইত্যাদি। যদি ঘণ্টা ও মাইল যথাক্রমে কাল ও দূরত্বের একক হয়, তাহা হইলে এক ঘণ্টায় যাহা এক মাইল চলে; তাহার বেগ ১ হইবে। যদি ১ মিনিট কালের একক হয়, তাহা হইলে উহার বেগ ৬০ হইবে। কিন্তু সচরাচর যে বস্তু ১ সেকেণ্ডে এক ফুট চলে তাহার বেগকে ১ একক স্বরূপ ধরিয়া বেগের পরিমাণ অবধারণ করা যায়।

৬৯। সম ও বিষম বেগ। সম ও বিষম ভেদে বেগ দ্বিবিধ, কালের পরিমাণ অতি অল্প ধরিলেও যদি কোন জড় বিন্দু সমান সমান কালে সমান দূর গমন করে, তাহা হইলে তাহার বেগকে সমবেগ বলা যায়; ইহার অন্যথা হইলে তাহার বেগকে বিষম বেগ বলে।

সমবেগের পরিমাণ করিতে হইলে কোন জড় বিন্দু কত সময়ে কত দূর যায়, তাহা জানা আবশ্যক। শাস্ত্রকারেরা এক সেকেণ্ডকে কালের একক এবং এক ফুটকে দূরত্বের একক ধরিয়া বেগ নিরূপণ করেন। যদি কোন জড়বিন্দু ১ সেকেণ্ডে ১ ফুট গমন করে, তাহা হইলে তাহার বেগের সংখ্যা ১ বলিয়া অবধারিত হয়। যে জড়বিন্দু ১ সেকেণ্ডে ২ ফুট গমন করে তাহার বেগের সংখ্যা ২; যে জড়বিন্দু ৪ সেকেণ্ডে ১৬ ফুট গমন করে, তাহার বেগের সংখ্যা ৪

আর, যে জড় বিন্দু ১ মিনিটে ২০০০ গজ যায়, তাহার বেগের পরিমাণ $\frac{২০০০ \times ৩}{১ \times ৬০}$ = ১০, যে জড়বিন্দু ১৫ ঘণ্টায় ৪৪০ মাইল যায়, তাহার বেগের পরিমাণ = $\frac{৪৪০ + ১৭৬০ + ৩}{১৫ + ৬০ \times ৬০}$ = ২০ ইত্যাদি। ফলতঃ যে বেগ বশতঃ কোন জড় বিন্দু একক পরিমিত কালে একক পরিমিত দূরে গমন করে, তাহাকেই একক স্বরূপ ধরিয়া সচরাচর বেগের পরিমাণ প্রকাশ করা যায়। যদি বলা যায় যে কোন জড় বিন্দুর বেগ ১, ২, ৪, ১০ কি ২০, তাহা হইলে এই রূপ বুঝিতে হইবে যে সেই জড় বিন্দুটী ১ সেকেণ্ডে ১, ২, ৪, ১০ কি ২০ ফুট গমন করে। সাধারণতঃ যখন বলা যায় যে কোন জড়বিন্দুর বেগের পরিমাণ বে, তখন তাহার তাৎপর্য্য এই যে সেই জড় বিন্দুটী একক পরিমিত কালে বে পরিমিত দূরত্বের একক গমন করে। অতএব যে জড়বিন্দুর বেগ বে, কা-পরিমিত কালিক এককে তাহা বে × কা পরিমিত দূরে গমন করিবে; অতএব কা কালে যত দূর যায় তাহার পরিমাণ যদি দূ হয়, তাহা হইলে দূ = বে কা।

এক্ষণে দেখা যাইতেছে যে দূরত্ব, কাল ও বেগ এই তিনের মধ্যে দুইটী জানা থাকিলে দূ = বেকা হইতে অপর অব্যক্তটিও অনায়াসে জানা যাইতে পারে।

সমবেগের পরিমাণ কিরূপে নিরূপিত হয় তাহা প্রদর্শিত হইল; এক্ষণে বিষম বেগের পরিমাণ করিতে হইলে যাহা কর্ত্তব্য তাহা কথিত হইতেছে। সমগতি

সম্পন্ন বস্তু সকল প্রতি কালিক এককেই সমান সমান দূর গমন করে ; কিন্তু বিষম গতি বিশিষ্ট বস্তুদিগের গমন সম্বন্ধে সেরূপ কোন নিয়ম নাই। এই নিমিত্ত সমগতি স্থলে দূরত্বের সংখ্যাকে কালের সংখ্যা দিয়া ভাগ করিলেই যেরূপ বেগের সংখ্যা প্রাপ্ত হওয়া যায়, বিষম গতি স্থলে সেরূপ নহে। নিয়ত পরিবর্ত্তনীয় গতিবিশিষ্ট কোন বস্তু কোন নির্দ্দিষ্ট ক্ষণে যে ভাবে গমন করে, অবিকল সেই ভাবে অবিশ্রান্ত চলিলে ঐ বস্তু প্রতি কালিক এককে যত দূর গমন করিতে পারে, তাহাই তাহার সেই নির্দ্দিষ্ট ক্ষণের বেগের পরিমাণ। বাস্তবিকও যে বিষম বেগ এই রূপে পরিমিত হয়, ইহা একটী উদাহরণ দ্বারা প্রতিপন্ন করা যাইতেছে। মনে কর, কোন চলিষ্ণু বাষ্পীয় শকটস্থিত কোন ব্যক্তি যদি বলেন যে এক্ষণে গাড়ি, ঘণ্টায় ৩০ মাইল বেগে চলিতেছে, তাহা হইলে সেই ক্ষণে গাড়ি যেরূপ বেগে চলিতেছে ঠিক সেই বেগে গমন করিলে এক ঘণ্টায় ঐ গাড়ি ৩০ মাইল পথ যাইতে পারে, এই মাত্র বলাই তাঁহার অভিপ্রেত তাহার সন্দেহ নাই। অতএব দৃষ্ট হইতেছে, সমগতি স্থলে কোন জড়বিন্দু প্রতি কালিক এককে যতদূর গমন করে তাহাই তাহার বেগের পরিমাণ ; এবং বিষম গতিস্থলে কোন বস্তু কোন নির্দ্দিষ্ট ক্ষণে যে বেগে গমন করে ঠিক সেই বেগে চলিলে ঐ বস্তু প্রতি কালিক এককে যত দূর গমন করিতে পারে তাহাই তাহার সেই নির্দ্দিষ্ট ক্ষণের বেগের পরিমাণ।

৭০। বর্দ্ধমান বেগ,—সম ও বিষম বর্দ্ধমান বেগ।

যদি কোন সচল জড়বিন্দুর বেগ নিয়তই বর্দ্ধিত হইতে থাকে, তাহা হইলে তাহার বেগকে বর্দ্ধমান বা উপচীয়মান বেগ বলা যায়। যদি কোন বর্দ্ধমান বা সমৃদ্ধ বেগসম্পন্ন জড় বিন্দুর বেগ সমান সমান কালে সমান সমান পরিমাণে বৃদ্ধি পায় তাহা হইলে তাহার বেগকে সমবর্দ্ধমান বেগ বলে; ইহার অন্যথা হইলে তাহার বেগকে বিষমবর্দ্ধমান বেগ বলিয়া নির্দ্দেশ করা যায়। সমবর্দ্ধমান বেগ স্থলে একক পরিমিত কালে যে বেগ বৃদ্ধি হয় তাহাই বেগ বৃদ্ধির মান, আর বিষম বর্দ্ধমান বেগ স্থলে কোন নির্দ্দিষ্ট ক্ষণে যে বেগাগম হয়, অবিরত একটি একক পরিমিত কাল ব্যাপিয়া সেইরূপ বেগাগম হইলে যে পরিমাণ বেগ বৃদ্ধি হইতে পারে, তাহাই সেই নির্দ্দিষ্ট ক্ষণের বেগ বৃদ্ধির মান। যে বেগ বৃদ্ধি বশতঃ একক পরিমিত কালে একক পরিমিত বেগাগম হয়, তাহাকে একক স্বরূপ কল্পনা করিয়া বেগ বৃদ্ধির পরিমাণ প্রকাশ করা যায়। যদি বলা যায় যে কোন সমবর্দ্ধমান বেগসম্পন্ন জড় বিন্দুর বেগ বৃদ্ধির মান ৩২.২ তাহা হইলে তাহার তাৎপর্য্য এই যে, সেই দ্রব্যটী এক সেকেণ্ডে ৩২.২, দুই সেকেণ্ডে ২ × ৩২.২, তিন সেকেণ্ডে ৩ × ৩২.২ পরিমিত বেগ লাভ করে, ইত্যাদি। সাধারণতঃ, মা যদি বেগ বৃদ্ধির মান হয়, অর্থাৎ প্রতিকালিক এককে যদি মা পরিমিত বেগাগম হয়, তাহা হইলে কা পরিমিত কালিক এককে মা × কা, বেগের সঞ্চার হইবে, সুতরাং কা কালে যে বেগের সঞ্চার হয় তাহার পরিমাণ যদি বে হয় তাহা হইলে বে = মাকা।

৭১। পতনশীল বস্তু। পতনশীল বস্তুর বেগ সমবর্দ্ধমান বেগের এক উৎকৃষ্ট উদাহরণ স্থল। যখন কোন নিরাশ্রিত বস্তু উচ্চ হইতে ভূতলে পতিত হয়, তখন তাহার বেগ ক্রমাগত সমভাবে বৃদ্ধি পায়। কোন পতনশীল বস্তু এক সেকেণ্ডের অন্তে যে বেগ প্রাপ্ত হয়, দুই সেকেণ্ডের অন্তে তাহার দ্বিগুণ, তিন সেকেণ্ডের অন্তে তাহার তিন গুণ বেগ লাভ করে, ইত্যাদি। ফলতঃ যে বস্তু অপ্রতিহত ভাবে ভূতলে পতিত হয়, কালের বৃদ্ধি অনুসারে তাহার বেগের বৃদ্ধি হইয়া থাকে। এই নিমিত্ত প্রথম সেকেণ্ডের অন্তে যে বেগ উৎপন্ন হয়, তাহাকে কালের সংখ্যা দিয়া গুণ করিলে, ঐ কালের অন্তে যে বেগ জন্মে তাহা জানা যায়।

পরীক্ষা দ্বারা জানা গিয়াছে যে, পতনশীল দ্রব্যে প্রথম সেকেণ্ডে ৩২.২ পরিমিত বেগের সঞ্চার হয়। এই নিমিত্ত, ২, ৩, ৪, ৫, ১০ ইত্যাদি সেকেণ্ডে পতনশীল বস্তু কত বেগ প্রাপ্ত হয় তাহা অবধারণ করিতে হইলে ৩২.২ কে ২, ৩, ৪, ৫ ইত্যাদি দিয়া গুণ করিতে হয়।

১ম প্রশ্ন। পতনশীল দ্রব্যে ৪ সেকেণ্ডের অন্তে কত বেগের সঞ্চার হয়?

উত্তর। ৩২.২ × ৪ = ১২৮.৮, অর্থাৎ পতনশীল দ্রব্য ৪ সেকেণ্ডের অন্তে যে বেগ প্রাপ্ত হয় সেই বেগে সমভাবে চলিলে প্রতি সেকেণ্ডে ১২৮.৮ ফুট করিয়া যাইতে পারে।

২য় প্রশ্ন। ১ মিনিটে পতনশীল দ্রব্য কত বেগ প্রাপ্ত হয়?

উত্তর। পতনশীল বস্তু ১ সেকেণ্ডে ৩২.২ পরিমিত বেগ প্রাপ্ত হয়, সুতরাং ১ মিনিট বা ৬০ সেকেণ্ডে ৩২.২ × ৬০ = ১৯৩২ পরিমিত বেগ প্রাপ্ত হইবে। অর্থাৎ ১ মিনিটে পতনশীল দ্রব্য যে বেগ প্রাপ্ত হয়, তাহার প্রভাবে উহারা প্রতি সেকেণ্ডে ১৯৩.২ ফুট করিয়া যাইতে পারে।

পতনশীল বস্তুর বেগ যেরূপ কালের বৃদ্ধি অনুসারে বৃদ্ধি পায়, দূরত্ব সেরূপ নহে। কোন বস্তু এক সেকেণ্ডে যতদূরে পড়ে, দুই সেকেণ্ডে তাহার দ্বিগুণ, তিন সেকেণ্ডে তাহার তিন গুণ দূরে পতিত হয়, এমন নহে। প্রত্যুত: কোন বস্তু এক সেকেণ্ডে যত দূরে পড়ে, দুই সেকেণ্ডে তাহার চতুর্গুণ, তিন সেকেণ্ডে তাহার নয় গুণ দূরে পতিত হইয়া থাকে, ইত্যাদি। অর্থাৎ কালের বর্গানুসারে দূরত্বের বৃদ্ধি হয়।

পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত হইয়াছে, পতনশীল বস্তুসকল প্রথম সেকেণ্ডে ১৬.১ ফুট পড়ে। এই নিমিত্ত কোন বস্তু ২, ৩, ৪, ৫,......ইত্যাদি সেকেণ্ডে কত দূরে পড়ে, তাহা অবধারণ করিতে হইলে ১৬.১ কে, ২, ৩, ৪, ৫,.........ইত্যাদির বর্গ দিয়া গুণ করিতে হয়।

১ম প্রশ্ন। পতনশীল দ্রব্য ৩ সেকেণ্ডে কত দূর পড়ে?

উত্তর। ১৬.১ × ৩^{২} = ১৬.১ × ৯ = ১৪৪.৯ = প্রায় ১৪৫ ফুট।

২য় প্রশ্ন। যদি কোন অট্টালিকার উপর হইতে একটী লোষ্ট্র নিক্ষেপ করিলে সেই লোষ্ট্রটী ২½ সেকেণ্ডে ভূমিতে আসিয়া পতিত হয়, তাহা হইলে অট্টালিকার উচ্চতা কত হইবে? পতনশীল দ্রব্য ২½ সেকেণ্ডে ১৬.১ × (২½)^{২}

$=১৬.১\times\frac{২৫}{৪}=\frac{৪০২.৫}{৪}=১০০.৬২৫$ ফুট উচ্চ হইতে পতিত হয়। অট্টালিকার উচ্চতা $=১০০.৬২৫$ ফুট।

৩য়। যদি কোন কূপের মধ্যে একটী লোষ্ট্র নিক্ষেপ করিলে সেই লোষ্ট্রটী ২ সেকেণ্ডে তাহার জল স্পর্শ করে, তাহা হইলে সেই কূপের গভীরতা কত হইবে?

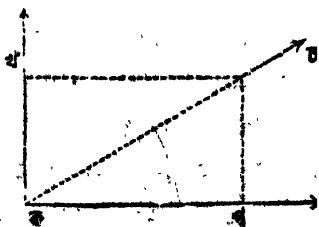
উত্তর। $১৬.১\times২^২=৬৪.৪$ ফুট।

৭২। হ্রসমান বেগ। যেরূপ কোন সচল বস্তুর বেগ ক্রমাগত বর্দ্ধিত হইলে বর্দ্ধমান বেগ বলিয়া উল্লিখিত হয় সেই রূপ আবার ক্রমাগত হ্রস্ব হইলে ক্ষীয়মান বা হ্রসমান-বেগ বলিয়া উক্ত হইয়া থাকে। যেরূপ পতনশীল দ্রব্যের বেগ ক্রমাগত সমভাবে বৃদ্ধি পায়, তদ্রূপ উর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত হইলে দ্রব্যাদির বেগ ক্রমাগত সমভাবে হ্রাস হইয়া আইসে। এই নিমিত্ত উৎপতনশীল বস্তুর বেগকে সম হ্রসমান বেগ বলে।

কোন বস্তু ঊর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত হইলে মাধ্যাকর্ষণের প্রতি-কূলতা প্রযুক্ত তাহার বেগ প্রতি সেকেণ্ডে ৩২.২ ফুট করিয়া হ্রাস হইতে থাকে। ইহাতে ক্রমশঃ সমুদায় বেগ নষ্ট হইয়া যায় সুতরাং বস্তুটী আর ঊর্দ্ধে উঠিতে না পারিয়া নিম্নদিকে পতিত হইতে আরম্ভ করে। যদি কোন দ্রব্য এরূপ বেগে উৎক্ষিপ্ত হয় যে (মাধ্যাকার্ষণের প্রতিবন্ধক না থাকিলে) উহা প্রতি সেকেণ্ডে ১৬.১ ফুট উঠিতে পারে; তাহা হইলে প্রথম সেকেণ্ডের অন্তেই উহার বেগ ১৬১—৩২.২=১২৮.৮ এবং পঞ্চম সেকে-

ণ্ডের শেষে ১৬১—৫×৩২.২=০ হইবে। এই নিমিত্ত ঐ বস্তু ৫ সেকেণ্ডের পর আর ঊর্দ্ধ উঠিতে না পারিয়া পুনরায় পতিত হইবে। এস্থলে দৃষ্ট হইতেছে, পতনশীল বস্তুর বেগ যেরূপ প্রতি সেকেণ্ডে ৩২.২ পরিমাণে বর্দ্ধিত হয়; উৎপতনশীল বস্তুর বেগ সেইরূপ প্রতি সেকেণ্ডে ৩২.২ পরিমাণে ক্ষয় হইয়া থাকে।

৭৩। বেগ সমান্তরালক্ষেত্র। "যদি কোন জড় বিন্দু একেবারে তুইটী ভিন্ন ভিন্ন দিকে তুইটি সমবেগ প্রাপ্ত হয় এবং কোন বিন্দুকে ঐ বিন্দুর স্বরূপ ধরিয়া তাহা হইতে তুইটী ঋজু রেখা টানিয়া তাহাদিগের দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশ করা যায়, তাহা হইলে ঐ তুই রেখার উপর একটী সমান্তরাল ক্ষেত্র অঙ্কিত করিলে সেই সমান্তরাল ক্ষেত্রের যে কর্ণটীর এক প্রান্ত ঐ বিন্দুতে সংলগ্ন, তদ্দ্বারা উহাদিগের সঞ্জাত বেগের দিক্, ও পরিমাণ প্রকাশিত হইবে"। এই নিয়মটীকে বেগ বিষয়ক সমান্তরাল ক্ষেত্রঘটিত নিয়ম বলে।

যদি ক নামক কোন বিন্দু একেবারে কখ ও কগ এর অভিমুখে এরূপ তুইটী বেগ প্রাপ্ত হয়, যে তাহাদের একের প্রভাবে কোন নির্দ্দিষ্ট কালে ক হইতে খ বিন্দুতে ও অপরটীর প্রভাবে সেই সময়ের মধ্যে ক হইতে গ বিন্দুতে পৌঁছছিতে পারে, তাহা হইলে ঐ

বিন্দুটী এতদুভয়ের কোন দিকে গমন না করিয়া কচ কর্ণ রেখা ক্রমে গমন করিবে এবং ঐ নির্দ্দিষ্ট কালের অন্তে চ বিন্দুতে যাইয়া উপনীত হইবে। অর্থাৎ কখ ও কগ রেখাদ্বয় যদি প্রদত্ত বেগদ্বয়ের দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশক হয়, তাহা হইলে, কচ কর্ণ দ্বারা রেখাদ্বয়ের সজ্ঘাত বেগের দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশ হইবে।

৭৪। বেগ বৃদ্ধি বিষয়ক সমান্তরালক্ষেত্র। যদি কোন জড় বিন্দু একেবারে দুইটী ভিন্ন ভিন্ন দিক হইতে দুইটী ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণ সমবর্দ্ধমান বেগ প্রাপ্ত হয়, আর যদি কোন বিন্দুকে ঐ বিন্দুর স্বরূপ কল্পনা করিয়া তাহা হইতে দুইটী ঋজুরেখা টানিয়া তাহাদিগের বেগবৃদ্ধির দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশ করা যায়, তাহা হইলে সেই সমান্তরাল ক্ষেত্রের যে কর্ণটীর একপ্রান্ত ঐ বিন্দুতে সংলগ্ন, তদ্দারা উহাদিগের সজ্ঘাত সমবর্দ্ধমান বেগবৃদ্ধির দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশিত হইবে।

৭৫। বল-সমান্তরাল ক্ষেত্র স্থানে উক্ত হইয়াছে যে ক নামক, কোন জড়বিন্দু যদি কখ ও কগ পরিমিত দুইটী বলদ্বারা একেবারে কখ ও কগ এর অভিমুখে আকৃষ্ট হয়, তাহা হইলে উহাদের সজ্ঘাত বলের দিক্ ও পরিমাণ কচ কর্ণরেখার দ্বারা সূচিত হইবে, অর্থাৎ কখ ও কগ বলদ্বয় কার্য্যতঃ কচ বলের সমান। বেগ সমান্তরাল ক্ষেত্র স্থলে দৃষ্ট হইতেছে যে, ক নামক কোন জড়বিন্দু যদি একেবারে কখ ও কগ এর অভিমুখে দুইটী বেগপ্রাপ্ত হয় এবং এই দুয়ের একের প্রভাবে যদি কোন নির্দ্দিষ্ট কালে

ক হইতে খ বিন্দু পর্য্যন্ত যাইতে পারে এবং অপরটার প্রভাব সেই সময়ের মধ্যে ক হইতে গ বিন্দু পর্য্যন্ত যাইতে পারে, তাহা হইলে ক বিন্দুটী কচ রেখা ক্রমে গমন করিবে এবং সেই সময়ের মধ্যে চ বিন্দুতে যাইয়া উপনীত হইবে। বেগবৃদ্ধি বিষয়ক সমান্তরাল স্থলে প্রতীয়মান হইতেছে যে ক নামক কোন বিন্দু যদি একেবারে এরূপ দুইটী সমবর্দ্ধমান বেগ প্রাপ্ত হয় যে, কখ ও কগ এর অভিমুখে কখ ও কগ পরিমিত বেগাগম হইতে পারে, তাহা হইলে কার্য্যতঃ কখ এর অভিমুখে কচ পরিমাণে বেগের আধিক্য হইবে।

যদি খকগ কোণ একটী সমকোণ হয়. আর যদি কখ ও কগ এর পরিমাণ ক্রমান্বয়ে ৩ ও ৪ এর সমান হয়, তাহা হইলে কচ এর পরিমাণ ৫ এর সমান হইবে। সুতরাং বলসমান্তরাল ক্ষেত্রস্থলে এইরূপ বুঝিতে হইবে যে, ক বিন্দুতে প্রযুক্ত কখ ও কগ এর অভিমুখে কার্য্যকারী ৩ সের ও ৪ সের পরিমিত দুইটী বল কার্য্যতঃ কচ এর অভিমুখে কার্য্যকারী ৫ সের পরিমিত একটী বলের সমান। আর বেগসমান্তরাল ক্ষেত্রস্থলে এইরূপ বুঝিতে হইবে যে, ক বিন্দুতে যদি এক কালে এরূপ দুইটী বেগ প্রযুক্ত হয় যে, তাহাদের একের প্রভাবে ঐ বিন্দুটি কোন নির্দ্দিষ্ট কালে কখ এর অভিমুখে ৩ ফুট এবং অপরটার প্রভাবে সেই সময়ের মধ্যে কগ এর অভিমুখে ৪ ফুট যাইতে পারে, তাহা হইলে ঐ বিন্দুটী উক্ত সময়ে কচ এর অভিমুখে ৫ ফুট যাইবে। আবার বেগবৃদ্ধি বিষয়ক সমান্তরাল ক্ষেত্র স্থলে

এইরূপ বুঝিতে হইবে যে, ক বিন্দুটী যদি কখ ও কগ এর অভিমুখে এরূপ দুইটী সমবর্দ্ধমান বেগ প্রাপ্ত হয়, যে তাহাদের প্রভাবে কোন নির্দ্দিষ্টকালে কখ ও কগ এর অভিমুখে ক্রমান্বয়ে বেগের ৩ ও ৪ একক পরিমাণে উহার বেগের আধিক্য হয়, তাহা হইলে কার্য্যতঃ ঐ বিন্দুটীর বেগ কচ এর অভিমুখে বেগের ৫ একক পরিমাণে বৃদ্ধি হইবে।

৭৬। বেগ ও বেগবৃদ্ধি সঙ্ঘাত ও বিঘাত বিষয়ক প্রক্রিয়া সমূহ সর্ব্বতোভাবে বলসঙ্ঘাত ও বলবিঘাত ঘটিত প্রক্রিয়ার অনুরূপ; এই জন্য তাহাদিগের বিশেষ বিবরণ এস্থলে লিখিত হইল না।

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

গতির নিয়ম।

৭৭। গতির নিয়ম। পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে জড় পদার্থ মাত্রই নিশ্চেষ্ট। তাহারা অন্য কর্ত্তৃক চালিত না হইলে চলিতে পারে না এবং একবার চালিত হইলে স্বয়ং স্থির হইতেও পারে না। জড়বস্তু আপনা হইতে চলিতে পারে না, ইহা আমরা নিয়তই প্রত্যক্ষ করি; কিন্তু চালিত হইলে ক্রমে ক্রমে স্থির না হয়, এমন বস্তু কোথাও দৃষ্ট হয় না। অতএব জড়বস্তু চালিত হইলে

পুনরায় স্বয়ং স্থির হইতে পারে না, ইহা কি প্রকারে বলা যাইতে পারে? কিন্তু এ আপত্তি যে নিতান্ত ভ্রান্তিমূলক বিবেচনা করিয়া দেখিলে তাহা স্পষ্টরূপে প্রতীয়মান হইবে। সচল বস্তু যেখানে যত অল্প প্রতিবন্ধক পায়, সেখানে তত অধিক দূর চলে; সুতরাং, যে স্থলে কিছুমাত্র প্রতিবন্ধক নাই, তথায় চালিত হইলে চিরকাল সমভাবে চলিবে ইহা বলিবার অপেক্ষা কি? এজন্য "অন্যের বল-প্রয়োগ ব্যতিরেকে, যে জড়বিন্দু স্থির হইয়া আছে তাহা স্থির হইয়াই থাকিবে, আর যে জড়বিন্দু চলিতেছে তাহা ঋজু রেখা ক্রমে চিরকাল সমভাবে চলিবে", ইহাকেই পণ্ডিতেরা গতির প্রথম নিয়ম বলিয়া নির্দ্দেশ করিয়াছেন।

৭৮। গতির দ্বিতীয় নিয়ম। যদি কোন নিশ্চল কি সচল জড়বিন্দুর প্রতি একেবারে এক বা ততোঽধিক বল প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে ঐ সকল বল স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র প্রযুক্ত হইলেও উহারা স্ব স্ব অভিমুখে যেরূপ কার্য্য করিত, সমবেত হইয়াও ঠিক সেইরূপ কার্য্য করিবে। যেমন এক জাতীয় দ্রব্য দ্রব্যান্তরের সহিত সংযুক্ত হইয়া গুণান্তর প্রাপ্ত হয়, কিন্তু কাহারও কণামাত্র নষ্ট হয় না, সেইরূপ নানা-বিধ বল একত্র হইলে তাহাদের কার্য্যের কিঞ্চিৎ ভাবান্তর হয় বটে, কিন্তু কেহই নিষ্ফল হয় না।

নিয়ে ইহা দুইটি উদাহরণ দ্বারা প্রতিপন্ন করা যাইতেছে।

কোন চলিষ্ণু নৌকার মাস্তুলের উপর হইতে যদি কোন বস্তু নিক্ষেপ করা যায়, তাহা হইলে নৌকা নিশ্চল

থাকিলে ঐ বস্তু যেরূপ মাস্তুলের নীচে আসিয়া পড়িত, নৌকা সচল হওয়াতেও ঠিক সেই রূপ মাস্তুলের নীচে পড়ে, তাহার কিছু মাত্র অন্যথা হয় না।

বাষ্পীয় শকটে গমন করিতে করিতে যদি কোন বস্তু ঊর্দ্ধে উৎক্ষেপ করা যায়, তাহা হইলে উহা পুনরায় আমাদিগের হস্তে আসিয়া পড়ে।

সমান বলে চালিত হইলেও সকল দ্রব্যে সমান বেগ উৎপাদিত হয় না। এমন কি, আয়তন সমান হইলেও বেগের এইরূপ তারতম্য দৃষ্ট হয়। এক ঘন ইঞ্চি সোলাকে এক সেকেণ্ডে একফুট চালাইতে হইলে যে বল লাগে, এক ঘন ইঞ্চি লৌহকে সেই সময়ের মধ্যে তত দূর চালাইতে হইলে তদপেক্ষা অধিক বল প্রয়োগ করা আবশ্যক। তাহার কারণ এই যে ১ ঘন ইঞ্চি সোলা অপেক্ষা ১ ঘন ইঞ্চি লৌহে অধিক জড়পদার্থ বা "সামগ্রী" আছে। সুতরাং প্রতীয়মান হইতেছে, যাহাতে যত অধিক সামগ্রী থাকে, সমান বলে চালিত হইলে, প্রতি কালিক এককের অন্তে তাহার বেগবৃদ্ধিও তত অল্প হয়। ফলতঃ বল সমান হইলে কেবল সামগ্রীর তারতম্যানুসারেই বেগের তারতম্য ঘটিয়া থাকে। যে বলে চালিত হইলে ১ সের সামগ্রীসম্পন্ন কোন বস্তু ১ সেকেণ্ডে ১০ ফুট চলে; সেই বলে চালিত হইলে ২ সের সামগ্রী সম্পন্ন বস্তু ১ সেকেণ্ডে ৫ ফুট, ৫ সের সামগ্রী বিশিষ্ট বস্তু ২ ফুট, ১০ সের সামগ্রী বিশিষ্ট বস্তু ১ ফুট এবং ১ মণ সামগ্রী বিশিষ্ট বস্তু ১ সেকেণ্ডে ৩ ইঞ্চি মাত্র

চলিবে। অতএব স্বীকার করিতে হইবে যে, শুদ্ধ বেগের পরিমাণ দেখিয়া বলের পরিমাণ বলিতে পারা যায় না।

আবার সামগ্রীর পরিমাণ যদি সমান হয়, তাহা হইলে যত অধিক বল প্রয়োগ করা যায়, উৎপন্ন বেগের পরিমাণ তত অধিক হইয়া থাকে। যে বল দ্বারা কোন দ্রব্যকে ১ সেকেণ্ডে ১ ফুট চালাইতে পারা যায়, তাহার দ্বিগুণ, ত্রিগুণ, চতুর্গুণ ... ... পরিমিত বল প্রয়োগ করিলে সেই দ্রব্যকে ১ সেকেণ্ডে যথাক্রমে ২ ফুট ৩ ফুট ও ৪ ফুট চালাইতে পারা যায়, ইত্যাদি। অতএব প্রতীয়মান হইতেছে, সামগ্রী সমান হইলে প্রযুক্ত বলের তারতম্যানুসারে বেগের তারতম্য হয়।

যদিও উৎপাদিত বেগ কি পরিচালিত সামগ্রীর পরিমাণ দেখিয়া প্রযুক্ত বলের মান অবধারণ করিতে পারা যায় না বটে, পরন্তু বেগ ও সামগ্রীর গুণফল দেখিয়া প্রযুক্ত বলের পরিমাণ বলা যাইতে পারে। চালিত দ্রব্য সকলের স্ব স্ব বেগ ও সামগ্রীর গুণফলের যে অনুপাত, তাহাদিগের পরিচালক বলসমূহেরও সেই অনুপাত। ১ সের সামগ্রী সম্পন্ন বস্তু যদি ১ সেকেণ্ডে ৫ ফুট মাত্র চলে, আর ৫ সের সামগ্রী সম্পন্ন বস্তু যদি ১ সেকেণ্ডে ১ ফুট চলে, তাহা হইলে উভয়ের পরিচালক বল সমান, কেননা ১ × ৫ = ৫ × ১। আবার ১ সের সামগ্রী ১ সেকেণ্ডে যদি ১০ ফুট চলে, আর ৫ সের সামগ্রী যদি সেই সময়ে ১ ফুট চলে; তাহা হইলে সেই স্থলে ১ সেরের পরিচালক বল ৫ সেরের পরিচালক বলের দ্বিগুণ। কেননা ১ × ১০ = ২ (১ × ৫)।

এক্ষণে প্রতিপন্ন হইল, সামগ্রী ও বেগের গুণফলের সহিত প্রযুক্ত বল সকল সমানুপাতিক। সামগ্রী ও বেগের গুণফলকে সংবেগ বলিয়া নির্দ্দেশ করা যাইতে পারে। অতএব প্রতীয়মান হইতেছে "যে স্থলে কাল নির্দ্দিষ্ট থাকে সেখানে প্রযুক্ত বল ও উৎপাদিত সংবেগ পরস্পর সমানুপাতিক।" এই জন্য জগদ্বিখ্যাত পণ্ডিত নিউটন গতির দ্বিতীয় নিয়ম স্থলে বলিয়াছেন "প্রযুক্ত বলের সহিত গতির পরিবর্ত্তন সমানুপাতিক এবং প্রযুক্ত বলের অভিমুখেই গতির পরিবর্ত্তন হইয়া থাকে"।

বেগ ও সংবেগে অনেক প্রভেদ। বেগ সমান হইলেই সংবেগ সমান হয় না। এক খণ্ড সোলা ও এক খণ্ড প্রস্তর সমান বেগে মস্তকোপরি পতিত হইলেও প্রস্তর কর্ত্তৃক মস্তক যেরূপ আহত হয়, সোলা দ্বারা কখনই সেরূপ হয় না। পরন্তু বেগ তাদৃশ অধিক হইলে লঘু দ্রব্য ও সংবেগে গুরু দ্রব্যের তুল্য হয়। তাদৃশ উচ্চ হইতে নিক্ষিপ্ত হইলে সোলার আঘাতেও মস্তক চূর্ণ হইয়া যাইতে পারে। বায়ুর প্রতিবন্ধকতা না থাকিলে বারিধারা ও করকাদির আঘাতেই আমাদিগের শরীর চূর্ণ হইয়া যাইত। বায়ু যে এমন লঘু, তথাপি ঝড়ের সময়ে যখন প্রচণ্ড বেগে গমন করে; তখন তাহার বেগ এতাদৃশ অধিক হইয়া উঠে, যে তাহার ভয়ঙ্কর আঘাতে পর্ব্বত, বৃক্ষ ও অট্টালিকাদি ভগ্ন হইয়া যায়। খাটের উপর হইতে পড়িলে লাগে না, কিন্তু অট্টালিকাদির উপর হইতে পড়িলে বিলক্ষণ আহত হইতে হয়। তাহার কারণ এই, অধিক উচ্চ হইতে পড়িলে বেগের সমধিক বৃদ্ধি হওয়াতে আমরা পৃথিবীকে

অপেক্ষাকৃত অধিক বলে আঘাত করি এবং পৃথিবীও আমা-দিগকে অপেক্ষাকৃত অধিক বলে প্রতিঘাত করে।

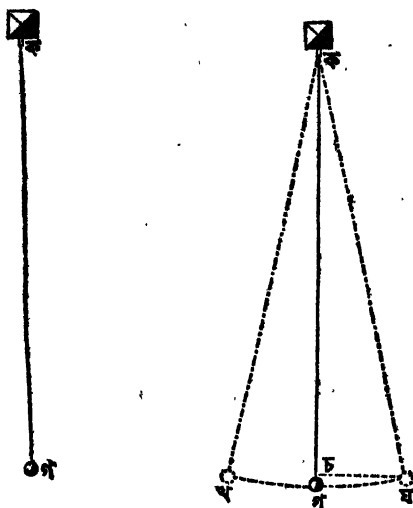
৭৯। গতির তৃতীয় নিয়ম। ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া। "ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সকল স্থলেই সমান কিন্তু প্রতিকূলাভিমুখ।" সুতরাং দুইটী দ্রব্যের পরস্পরের প্রতি যে কার্য্য হয় তাহাদের পরিমাণ সমান কিন্তু দিক ঠিক বিপরীত। যে বলে কোন সচল বস্তু অন্য বস্তুকে আঘাত করে ঠিক সেই বলে উহা ঠিক বিপরীত দিক হইতে তৎকর্ত্তৃক প্রতিহত হয়। ঘরের মেজের উপর এক খণ্ড প্রস্তর নিক্ষেপ করিলে, উহা তাহার প্রতিকূলাভিমুখে প্রতিঘাতে উল্লম্ফিত হইয়া উঠে; পক্ষিগণ পক্ষ দ্বারায় যেরূপ বায়ুকে আঘাত করে, বায়ুও তাহাদের পক্ষকে বিপরীত দিক হইতে সেইরূপ প্রতিঘাত করে। বায়ুর প্রতিঘাত বশতঃ পক্ষীরা উড়িতে সমর্থ হয়। কর্ম্মকারেরা হাতুড়ির দ্বারায় যেরূপ নেয়াইয়ের উপর আঘাত করে, নেয়াইও সেই রূপ বিপরীত দিক্ষে হাতুড়িকে প্রতিঘাত করে। বস্তুতঃ আঘাতও প্রতিঘাত সর্ব্বত্রই সমান ও প্রতিকূলাভিমুখে কার্য্যকারী। নিশ্চল অবস্থাতেও ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার উদাহরণ দেখিতে পাওয়া যায়। টেবিলের উপর কোন দ্রব্য স্থাপন করিলে সেই দ্রব্যটী পড়িয়া যায় না, তাহার উপর স্থির হইয়া থাকে; উহার কারণ এই, টেবিলের উপর দ্রব্যটীর যে চাপ লাগে দ্রব্যটীর উপর টেবিলের প্রতিচাপ তাহার সমান ও বিপরীতাভিমুখে কার্য্যকারী। সংস্থাপিত দ্রব্যের চাপ যদি টেবিলের প্রতিচাপ হইতে অধিক হয়, তাহা হইলে টেবিল ভগ্ন ও চূর্ণ হইয়া যায়। ফলতঃ অভিনিবেশ পূর্ব্বক বিবেচনা

করিয়া দেখিলেই প্রতীতি হইবে, ক্রিয়া মাত্রেরই এক একটী প্রতিক্রিয়া আছে এবং প্রত্যেক ক্রিয়াই স্ব স্ব প্রতিক্রিয়ার সমান ও প্রতিমুখে কার্য্যকারী।

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

পরিদোলক।

৮০। পরিদোলক। কোন দৃঢ়বদ্ধ বিন্দু হইতে সূত্রাদি দ্বারা যদি এরূপ ভাবে কোন ভারী দ্রব্য লম্বিত হয় যে উহা অবাধে দুলিতে পারে, তাহা হইলে তাহাকে পরিদোলক বলা যায়। প্রাকৃত ও অপ্রাকৃত ভেদে পরিদোলক দ্বিবিধ। যে পরিদোলকের সূত্রাদি ভারবিহীন তাহাকে অপ্রাকৃত পরিদোলক বলে। শাস্ত্রকারেরা পরিদোলকবিষয়ক কোন কোন তত্ত্ব বিচারের সময় এইরূপ ভার-শূন্য-সূত্রাদিসমন্বিত পরিদোলকের অস্তিত্ব কল্পনা করিয়া থাকেন। কিন্তু এরূপ পরিদোলক কোথাও নাই। আমরা যে সকল পরিদোলক দেখিতে পাই তৎসমুদয়ে সূত্রাদির কিছু না কিছু ভার আছে। এই নিমিত্ত এই সকল পরিদোলককে প্রাকৃত পরিদোলক বলা যায়।

নিম্নে একটী পরিদোলকের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। মনে

কর, ক নামক দৃঢ়বদ্ধ বিন্দু হইতে গ বর্ত্তুলটী সূত্র দ্বারা এরূপ ভাবে ঝুলান রহিয়াছে যে উহা অবাধে দুলিতে পারে। এক্ষণে যদি গ বর্ত্তুলটীকে ঘ বিন্দু পর্য্যন্ত টানিয়া তুলিয়া ছাড়িয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে উহা খ ঘ বৃত্তাংশ ক্রমে দুলিতে থাকিবে; ঘ বিন্দুতে আনয়ন করিয়া যখন বর্ত্তুলটীকে ছাড়িয়া দেওয়া যায় তখন মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে নিম্নে পতিত হইতে চায় কিন্তু সূত্র বদ্ধ থাকাতে ক বিন্দুর নিম্নের বিন্দুতে আসিয়া চ বিন্দু হইতে মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে পতিত হইলে যে বেগ প্রাপ্ত হইত, সেই বেগ প্রাপ্ত হয়। সূত্র-বদ্ধ থাকাতে ঠিক নিম্নদিকে পতিত হইতে না পারিয়া ঐ বেগে ঊর্দ্ধ দিকে গ হইতে ঘ যত দূর, তত দূরে খ বিন্দুতে যাইয়া উপনীত হয়। অর্থাৎ ঘ বিন্দু হইতে সম-বর্দ্ধমান বেগে গ বিন্দুতে পতিত

হইয়া যে বেগ প্রাপ্ত হইয়াছিল, খ বিন্দু পর্য্যন্ত সম হ্রসমান বেগে গমন করিয়া সেই বেগ চ্যুত হয়। বেগশূন্য হইলে মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে পুনরায় গ বিন্দুতে আইসে, এবং পূর্ব্বোক্ত কারণে গ বিন্দুতে আসিবার সময় যে বেগ লাভ করে তদ্দ্বারা ঘ বিন্দুতে নীত হয়। এই কারণে ক গ সূত্র-লম্বিত গ বর্ত্তুলটী বারম্বার পরিদোলিত হইয়া পরিদোলক পদবাচ্য হইয়া থাকে। যদি কোন রূপ প্রতিবন্ধক না থাকিত, তাহা হইলে একবার দোলিত হইলে পরিদোলক মাত্রই চিরকাল সমভাবে দুলিত। কিন্তু সূত্রাদির সহিত আলম্বন বিন্দুর ঘর্ষণ, এবং বায়ুর সহিত সূত্র ও বর্ত্তুলের ঘর্ষণ বশতঃ পরিদোলকের বেগ ক্রমশঃ অল্প হইয়া অবশেষে একেবারে বিনষ্ট হয়। এই নিমিত্ত কোন পরিদোলক যন্ত্র একবার পরিদোলিত হইলেই চিরকাল পরিদোলিত হয় না।

৮১। পরিদোলন বিষয়ক নিয়ম। পরিদোলনের মূল কারণ মাধ্যাকর্ষণ। পৃথিবীর সকল স্থানে মাধ্যাকর্ষণ সমান নহে। সুতরাং সকল স্থলে পরিদোলনের বেগ সমান নহে। কিন্তু একই স্থলে সমলম্ব পরিদোলক সকলের বেগ সমান। অর্থাৎ কোন নির্দ্দিষ্ট স্থলে যদি পরীক্ষা করা যায়, তাহা হইলে দেখিতে পাওয়া যায় যে, যে সকল পরিদোলকের দৈর্ঘ্য সমান, তাহাদের পরিদোলনের সময়ও সমান, এবং যাহাদের দৈর্ঘ্য সমান নয়, তাহাদের মধ্যে যাহার দৈর্ঘ্য অল্প তাহার পরিদোলনের কালও অল্প, আর যাহার দৈর্ঘ্য অধিক, তাহার পরিদোলনের কালও অধিক। পরীক্ষা দ্বারা নির্ণীত হইয়াছে যে, পরিদোলনের দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সহিত, পরিদোলনের কাল

সকল সমানুপতিক। অর্থাৎ পরিদোলনের কালের বর্গ ও পরিদোলকের দৈর্ঘ্য সমানুপাতিক।

অতএব দৃষ্ট হইতেছে,

১। দৈর্ঘ্য সমান হইলে পরিদোলক সকলের পরিদোলনের সময়ও সমান হয়। অধিক মাত্রায় পরিদোলিত হইলে এই নিয়মের অন্যথা দৃষ্ট হয়।

২। যদি পরিদোলক সকলের দৈর্ঘ্য সমান না হয়, তাহা হইলে তাহাদের পরিদোলনের সময়, তাহাদের দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সহিত সমানুপাতিক হয়, অর্থাৎ তাহাদের পরিদোলনের সময়ের বর্গ, তাহাদের দৈর্ঘ্যের সহিত সমানুপাতিক।

পরিদোলনের কাল পরিদোলোকের উপাদান-সাপেক্ষ নহে। পরিদোলকের বর্ত্তুলাদি ধাতুনির্ম্মিতই হউক বা কাষ্ঠ-নির্ম্মিতই হউক, আর অন্য কোন বস্তু নির্ম্মিতই হউক তাহাতে পরিদোলনের সময়ের ইতর বিশেষ হয় না।

৮২। সেকেণ্ড পরিদোলক। এক সেকেণ্ডে যে পরিদোলক একবার পরিদোলিত হয়, তাহাকে সেকেণ্ড পরিদোলক কহে। মাধ্যাকর্ষণের প্রভাব সর্ব্বত্র সমান নহে। বিষুবরেখার নিকট সেকেণ্ড পরিদোলকের দৈর্ঘ্য ৩৯.০১৬৮ ইঞ্চি এবং মেরুসন্নিহিত প্রদেশে উহার দৈর্ঘ্য ৩৯.২১৭ ইঞ্চি।

চতুর্থ অধ্যায়।

বারিবিজ্ঞান।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

তরল বস্তুর ধর্ম্ম।

৮৩। আণবিক আকর্ষণ ও আণবিক বিকর্ষণের তারতম্য বশতঃ জড় বস্তু সকল কখন কঠিন, কখন তরল ও কখন বা বায়বীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়। আণবিক বিকর্ষ-ণের অপেক্ষা আণবিক আকর্ষণের প্রভাব অধিক হইলে কাঠিন্যের সঞ্চার হয়, উভয়ের পরাক্রম সমান হইলে তার-ল্যের উৎপত্তি হয়, আর আকর্ষণ অপেক্ষা বিপ্রকর্ষণের বল অধিক হইলে, সকল বস্তুই বাষ্পাকার ধারণ করে। উষ্ণতার যত বৃদ্ধি হয়, বিকর্ষণের বলও তত অধিক হইয়া থাকে। এই নিমিত্ত তাপ প্রভাবে যাহার উপাদান বিশ্লিষ্ট হয় না, উত্তপ্ত হইলে তাদৃশ কঠিন বস্তু তরল ও তরল বস্তু বাষ্প হইয়া যায়।

কঠিন বস্তুর পরমাণু সকল আণবিক আকর্ষণ গুণে যেরূপ দৃঢ়রূপে আকৃষ্ট হইয়া থাকে, তরল ও বায়বীয় বস্তুর পরমাণু সকল সেরূপ নহে। কঠিন বস্তুর পরমাণুগণ নিবিড়সন্নিবেশনিবন্ধন সহজে বিচ্ছিন্ন হয় না, কিন্তু

তরল ও বায়বীয় দ্রব্যের পরমাণু সকল বিরল বিনিবেশ বশতঃ সহজেই সঞ্চালিত হইয়া থাকে। কঠিন পদার্থ সকল এক এক প্রকার নির্দ্দিষ্ট আকৃতি বিশিষ্ট; কিন্তু তরল ও বায়বীয় পদার্থের কোন নির্দ্দিষ্ট আকৃতি নাই, তাহাদিগকে যেরূপ পাত্রে রাখা যায়, তাহারা সেই রূপ আকৃতি প্রাপ্ত হয়।

৮৪। তারল্য। কঠিন ও তরল দ্রব্যের প্রভেদ। কঠিন দ্রব্যের কণা সকল সহজে সঞ্চালিত হয় না। স্বর্ণ, রৌপ্য, তাম্র, লৌহ, প্রস্তর, ইষ্টক প্রভৃতি কঠিন দ্রব্যের এক দিকের কণা সকলকে অন্য দিকে লইয়া যাইতে পারা যায় না, কিন্তু জলাদি দ্রবদ্রব্যের অণু সকল অল্প বল প্রয়োগেই সঞ্চালিত হয়, এবং তাহাদিগের এক দিকের কণা সকলকে অনায়াসেই অপর দিকে লইয়া যাইতে পারা যায়। যে গুণ বশতঃ জলাদি দ্রব দ্রব্যের অণু সকল সহজেই সঞ্চালিত ও প্রবাহিত হয়, তাহাকে তারল্য কহে। এই গুণ থাকাতেই জলাদিকে তরল পদার্থ বলা যায়। দ্রব দ্রব্য মাত্রেই এই গুণ দৃষ্ট হয়, কিন্তু সকল দ্রব দ্রব্যে সমান পরিমাণে দৃষ্ট হয় না। ঈথর নামক দ্রব দ্রব্য সাতিশয় তরল। ঘৃত, মধু, গুড় প্রভৃতি দ্রব্যের তারল্য গুণ অতি অল্প, এমন কি সময়ে সময়ে তাহারা কঠিন ভাব ধারণ করে।

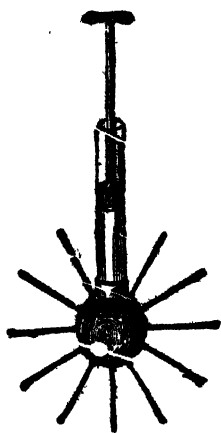
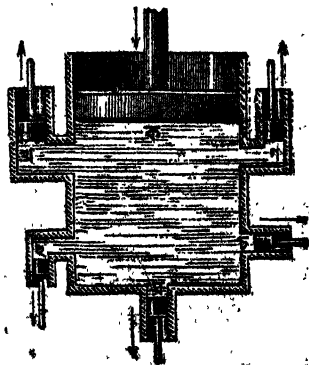
৮৫। তরল ও বায়বীয় দ্রব্যের প্রভেদ। তরল দ্রব্যের পরমাণু সকল যেরূপ সহজেই সঞ্চালিত হয়, বায়বীয় দ্রব্যের অণু সকলও সেইরূপ অল্প বল প্রয়োগেই সঞ্চালিত হয়। কিন্তু বায়বীয় দ্রব্য সকল সহবশতঃ যেরূপ

সঙ্কুচিত হয়, তরল দ্রব্য সকলকে চাপ দ্বারা সেরূপ সঙ্কুচিত করিতে পারা যায় না। বায়বীয় দ্রব্য সকল যেরূপ আকুঞ্চনীয়, তরল পদার্থ সকল সেইরূপ দুরাকুঞ্চনীয়। তবে তরল বস্তু সকল যে একেবারে অনাকুঞ্চনীয় তাহা নহে। পদার্থবিৎ পণ্ডিতগণ নানাবিধ পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন, যে সমধিক সহ প্রয়োগ করিলে তরল দ্রব্যমাত্রই কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ আকুঞ্চিত হয়। প্রতি ইঞ্চিতে সাড়ে সাত সের প্রমাণ চাপ প্রযুক্ত হইলে দশ লক্ষ ভাগ জলের আয়তন পাঁচ ভাগ কম পড়ে। চাপ অপসৃত হইলে জল ও জলবৎ পদার্থ সকল পুনরায় প্রসারিত হইয়া পূর্ব্ব আয়তন প্রাপ্ত হয়। অতএব, তরল বস্তু সকল স্থিতিস্থাপক গুণ সম্পন্ন, ইহা অবশ্যই স্বীকার করিতে হইবে।

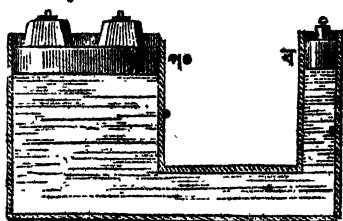
৮৬। তরল পদার্থে চাপ সঞ্চালনের নিয়ম। তরল বস্তুর এক অংশে চাপ প্রয়োগ করিলে সেই চাপ তাহার সকল দিকে সমভাবে সঞ্চালিত হয়। খৃষ্টীয় সপ্তদশ শতাব্দীর মধ্য ভাগে পাস্কাল নামক এক জন সুপ্রসিদ্ধ ফরাসীদেশীয় পণ্ডিত তরল পদার্থে চাপ সঞ্চালন সংক্রান্ত এই নিয়মের আবিষ্কার করেন। এই নিমিত্ত এই নিয়মটী "পাস্কালের নিয়ম" বলিয়া অভিহিত হইয়াছে।

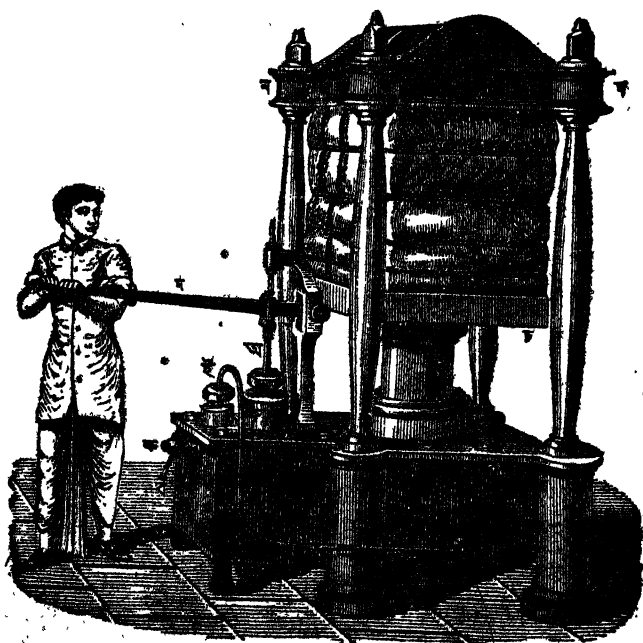
জলাদির এক দিকে কোন চাপ প্রয়োগ করিলে সেই চাপ তাহার সকল দিকে সমভাবে সঞ্চালিত হয়, ইহা বক্ষ্যমান পরীক্ষা দ্বারায় দেখান যাইতে পারে। একটী পিচ্কারী সদৃশ বহুছিদ্র সম্পন্ন যন্ত্র জলপূর্ণ করিয়া যদি তাহার অর্গলটীকে বলপূর্ব্বক ভিতরে প্রবিষ্ট করিয়া

দেওয়া যায়, তাহা হইলে সকল ছিদ্র হইতেই জল নির্গত হয়। সকল দিকে চাপ সঞ্চালিত না হইলে সকল দিকের ছিদ্র দিয়া কখনই জল নিঃসৃত হইত না।

জলাদির এক অংশে চাপ প্রয়োগ করিলে ঐ চাপ তাহার সর্ব্বাংশে সঞ্চালিত হইয়া চাপপ্রযুক্ত অংশের সহিত সমায়তন সম্পন্ন অংশ সকলের উপর সম পরিমাণে ও লম্ব ভাবে কার্য্যকারী হয়। তরল পদার্থের এক অংশে প্রযুক্ত চাপ সর্ব্বাংশে সঞ্চালিত হয়, ইহা পূর্ব্বোক্ত পরীক্ষা দ্বারা প্রতিপন্ন হইয়াছে। এক্ষণে আর একটী পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করা যাইতেছে যে, চাপ প্রযুক্ত অংশের সহিত যে সকল অংশের আয়তি বা পৃষ্ঠফল বা ক্ষেত্রফল সমান তাহাদের উপর লম্বভাবে ঠিক সমান চাপ লাগে। পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে যেরূপ পাত্রের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল, ঐরূপ অর্গল-যুক্ত-ছিদ্র-বিশিষ্ট পাত্র জল-পূর্ণ করিয়া ক চিহ্নিত অর্গলের উপর চাপ দিবা মাত্র অন্য অন্য অর্গল গুলি বাহির দিকে সরিয়া পড়িবে। অতএব দৃষ্ট হইতেছে, ক অর্গলের উপর

প্রযুক্ত চাপ যে কেবল তাহার ঠিক নিম্নস্থ ঘ অর্গলের উপর কার্য্যকারী তাহা নহে, পার্শ্বস্থ চ ও ছ এবং তাহার উর্দ্ধস্থিত খ ও গ অর্গলের উপরেও কার্য্যকারী। এইরূপ খ প্রভৃতি অর্গল গুলির উপর একে একে চাপ প্রয়োগ করিলে ক প্রভৃতি অন্য অন্য অর্গল বহির্দ্দিকে সরিয়া যায়। যদি খ-য়ের পৃষ্ঠফল ও গ-য়ের পৃষ্ঠফল সমান হয়, তাহা হইলে খ-য়ের উপর ১০ সের পরিমিত চাপ দিলে গ অর্গলের উপরও ঠিক দশ সের পরিমিত চাপ লাগিবে। যদি ক অর্গলটীর আয়তি বা পৃষ্ঠফল খ-য়ের আয়তি বা পৃষ্ঠফল অপেক্ষা দশ গুণ অধিক হয়, তাহা হইলে ক অর্গলটীর উপর দশ সের চাপ দিলে খ অর্গলটীর উপর ১ সের চাপ লাগিবে এবং খ অর্গলটীর উপর ১ সের পরিমিত চাপ দিলে ক অর্গলের উপর দশ সের চাপ লাগিবে, আর সঞ্চালিত চাপ ঘ, চ, ছ অর্গলগুলির উপর চিত্রে যে শর চিহ্ন দেওয়া হইল, তাহার অভিমুখে অর্থাৎ লম্বভাবে কার্য্যকারী হইবে।

তরল পদার্থদ্বারা সঞ্চালিত চাপ পৃষ্ঠফলের সমানুপাতিক, ইহা এইরূপে পরীক্ষা করিয়া দেখা যাইতে পারে।

পার্শ্বস্থিত চিত্রের ন্যায় একটী পাত্র জল পূর্ণ করিয়া যদি প অর্গলটির উপর চাপ প্রয়োগ করা যায়, তাহা হইলে ব অর্গলটীর উপরেও চাপ দিতে হইবে, নতুবা উহা বাহির হইয়া পড়িবে। কিন্তু প অর্গলের পৃষ্ঠফল যদি ব অর্গলের

পৃষ্ঠফল অপেক্ষা দশ গুণ অধিক হয়, তাহা হইলে ব-য়ের উপর এক সের ভার স্থাপিত হইলে প-য়ের উপর ১০ সের ভার স্থাপন করিতে হইবে, নতুবা সাম্যভাব বিনষ্ট হইবে।

যদিও পাস্কালের এই চাপ সঞ্চালকতা বিষয়ক নিয়ম অবলম্বন করিয়া যাবতীয় বারিঘটিত পেষণযন্ত্রের সৃষ্টি হইয়াছে, তথাপি তাঁহার তাদৃশ শিল্প নৈপুণ্য না থাকাতে তিনি স্বয়ং কোন যন্ত্র নির্ম্মাণে সমর্থ হন নাই। পরিশেষে,১৭৯৪ খৃঃ

অব্দে লণ্ডন নগরে ব্রামা নামক এক জন শিল্পকার স্বনাম খ্যাত পেষণ যন্ত্রের সৃষ্টি করেন। এই যন্ত্রের দ্বারা

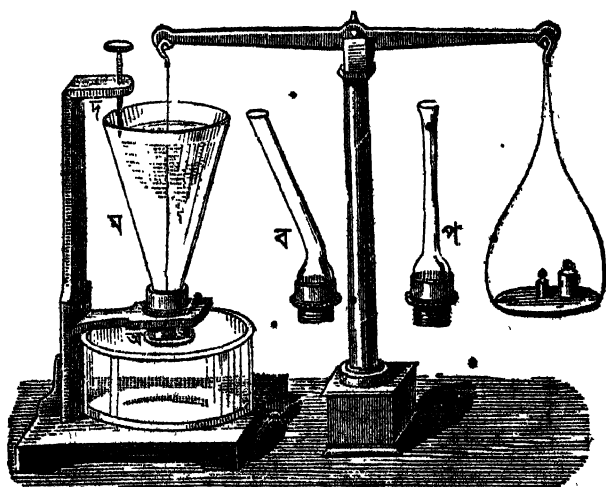
মানব সমাজের যে কত উপকার সাধিত হইতেছে, তাহা বর্ণনা করা যায় না। দূরদেশে তুলা, পাট প্রভৃতি বহু আয়তন সম্পন্ন বস্তু প্রেরণ করিতে হইলে, প্রথমে এই যন্ত্র দ্বারায় চাঁপ দিয়া তাহাদিগের আয়তন হ্রাস করা হইয়া থাকে। ইহাতে যে পরিমাণ তুলাদি পাঠাইতে পূর্ব্বে পাঁচ সাত খানি জাহাজের আবশ্যক হইত, এক্ষণে তাহা একখানির দ্বারা অনায়াসে প্রেরিত হইতেছে।

৮৭। তরল পদার্থের উৎক্ষেপক চাপ। তরল দ্রব্যের উপরিস্থ অণু সকলের নিম্নাভিমুখ অবক্ষেপক চাপে যেরূপ নিম্নস্থ অণু সকল আক্রান্ত, নিম্নস্থ অণু সকলের ঊর্দ্ধাভিমুখ উৎক্ষেপক চাপেও উপরিস্থ অণু সকল সেই রূপ উত্তাসিত। নিম্নস্থ স্তর সকলের উপর উপরিস্থ স্তর সকলের অবক্ষেপক চাপ এবং উপরিস্থ স্তরের প্রতি নিম্নস্থ স্তরের উৎক্ষেপক চাপ সমান, ইহা নিম্নলিখিত পরীক্ষাদ্বারা প্রদর্শন করা যাইতে পারে। কোন জলপূর্ণ পাত্র মধ্যে উভয় মুখ অনাবদ্ধ এরূপ একটী নলাকার পাত্র নিমগ্ন করিলে নলের বাহিরে জল যত উন্নত, উহার ভিতরেও ঠিক তত উন্নত হইয়া উঠিবে; ইহা বলা বাহুল্য মাত্র। কিন্তু এই নলটার নিম্নদিগের মুখে ঠিক তাহার সমান করিয়া একখণ্ড পাতলা কাচ, কি অভ্র লইয়া সেই

কাচ, কি অভ্র দিয়া ঐ মুখ আবদ্ধ করিয়া এক গাছি সূতা দিয়া ঐ কাচ কি অভ্রখানি টানিয়া ধরিয়া যদি আস্তে আস্তে জলে ডুবাইয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে যে, সূতাগাছটী ছাড়িয়া দিলেও উহা পড়িয়া যাইবে না, জলের চাপে উত্তোলিত হইয়া থাকিবে। এক্ষণে যদি নলমধ্যে জল ঢালা যায়, তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে যে নলের ভিতরের জল যেই বাহিরের জল অপেক্ষা উচ্চ হইয়া উঠিবে সেই উহা পড়িয়া যাইবে। সুতরাং দৃষ্ট হইতেছে, নিম্নদিগের মুখস্থিত কাচ কি অভ্রখানি যে বলে উত্তোলিত হয়, তাহা উহার সমায়ত ও উহার পৃষ্ঠদেশ হইতে বহির্ভাগে জল যত উন্নত তত উন্নত জলের ভারের সমান। অর্থাৎ উহার উপরে ঊর্দ্ধ হইতেও যে চাপ, উহার নিম্নেও নিম্নদিক হইতে ঊর্দ্ধদিকেও সেই চাপ, অর্থাৎ জল মধ্যস্থিত যে কোন অণুটীকে ধর, তাহার উপর উৎক্ষেপক ও অবক্ষেপক চাপ সমান।

৮৮। জলাদির চাপ তাহাদের গভীরতা ও ঘনত্ব সাপেক্ষ, পরিমাণ বা আধার পাত্রের আকৃতি সাপেক্ষ নহে। জলাদির পৃষ্ঠদেশ হইতে যে বিন্দু যত নিম্নে অবস্থিত, তাহার উপর তত অধিক চাপ লাগে। যে বস্তু যত অধিক জল বিন্দুর স্থান অধিকার করিতে পারে অর্থাৎ যাহার ক্ষেত্রফল যত অধিক, সমতল ভাবে জলমগ্ন করিলে তাহার উপর চাপও তত অধিক হইয়া থাকে। যে পাত্রের তলা যত বিস্তৃত জলের গভীরতা সমান হইলে তাহার তলার উপর তত অধিক চাপ লাগে। একটী বৃত্ত সূচী সদৃশ ও আর একটী স্তম্ভাকার পাত্রের

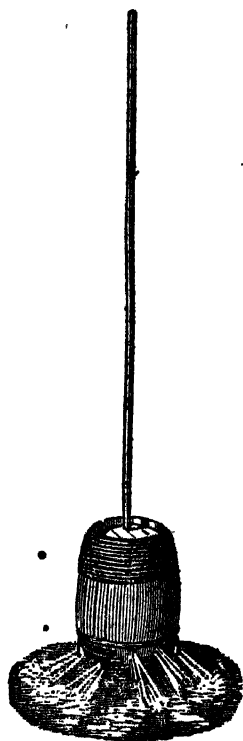
উন্নতি যদি সমান হয়, তাহা হইলে উভয় পাত্র জলপূর্ণ করিলে উভয়েরই তলাতে সমান চাপ লাগিবেক। অথচ সূচ্যাকার পাত্রের জল অপেক্ষা স্তম্ভাকার পাত্রস্থ জলের পরিমাণ তিন গুণ অধিক। যে পাত্রে যত জল ধরে তাহার তলার উপর তত অধিক চাপ লাগে, এমত নহে। জলাদির চাপ তাহাদের গভীরতা সাপেক্ষ, পরিমাণ বা আধার পাত্রের আকৃতি সাপেক্ষ নহে।

জলাদির ভার জনিত চাপ তাহাদের গভীরতা ও ঘনত্ব সাপেক্ষ, তাহাদের পরিমাণ কি আধার পাত্রের আকৃতি সাপেক্ষ নহে, ইহা একটী পরীক্ষার দ্বারা প্রতিপন্ন করা যাইতে পারে। নিম্নস্থ চিত্রের অনুরূপ যন্ত্রে অ ছিদ্রে

যদি ক্রমান্বয়ে উভয় মুখ খোলা ম, ব, ও প পাত্রটী একে একে বসাইয়া একটী তুলাদণ্ডের এক প্রান্ত হইতে সূত্র-

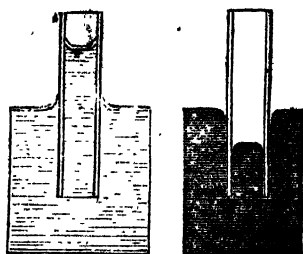
দ্বারা লম্বিত একখণ্ড পাতলা কাচ কি অভ্র দ্বারা নিম্নের মুখ বন্ধ করিয়া তুলাদণ্ডের অপর পাল্লার বাটখারা চড়াইয়া যন্ত্রটী সাম্যভাবাপন্ন করা যায়, তাহা হইলে তৎপরে পাত্রটী জল পূর্ণ করিলেই দৃষ্ট হইবে যে, ঘ পাত্র জল পূর্ণ হইলে তুলাদণ্ডের অপর পাল্লার যে পরিমাণ বাটখারা স্থাপন করিলে উহার সাম্যাবস্থা হয়, ঘ পাল্লাটী নামাইয়া প কি ব পাত্র উক্ত অ ছিদ্রে ঐ রূপে স্থাপন করিয়া তৎপরে যদি জল পূর্ণ করা যায় আর যদি ঘ পাত্রে জল যত উন্নত ছিল ব ও প পাত্রেও যদি জল সেই রূপ উন্নত হয়, তাহা হইলে তুলাদণ্ডের অপর পাল্লায় যে পরিমাণ ভার স্থাপিত হইলে ঘ পাত্রস্থলে অভ্র কি কাচখণ্ডের সাম্যাবস্থা হয়, ব ও প পাত্র স্থলেও সেই পরিমাণ ভার স্থাপিত না হইলে উহার সাম্যাবস্থা হয় না, অথচ ব ও প পাত্রের জলের ভার ঘ পাত্রের জলের ভার অপেক্ষা অনেক অল্প। ফলতঃ জলাদির ভার তাহাদের গভীরতা সাপেক্ষ, পরিমাণ বা আধার পাত্রের আকৃতি সাপেক্ষ নহে। এই স্থলে ঘ, ব ও প পাত্রের জলের ভার যে সমান, তাহা নহে। তাহাদের সমায়ত তলার উপর তাহাদের অন্তর্গত, সমোন্নত জলের চাপ সমান এই মাত্র। জলপূর্ণ পাল্লাটীর ভার, জল ও পাত্রের ভারের সমান।

পাত্রের তলা যত প্রশস্ত হয়, আর জলের উন্নতি যত অধিক হয়, তলার উপর চাপও তত অধিক হয়। একটী ঢক্কাকার পাত্রের বা পিপার মুখে একটী সুদীর্ঘ নল প্রবিষ্ট করিয়া দিয়া, যদি পিপা ও নল জলপূর্ণ করা যায়, তাহা হইলে জলের চাপে তলদেশ কখন কখন বিদীর্ণ হইয়া যায়। তাহার

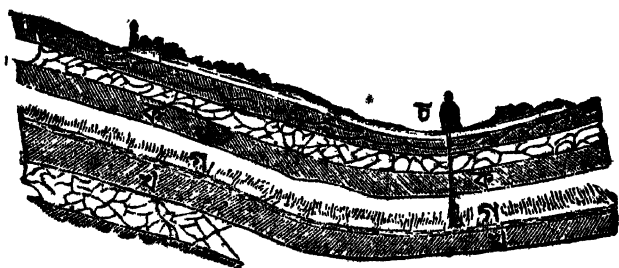
কারণ এই যে পিপার তলভাগের উপর যে চাপ পড়ে, তাহা পিপা ও নলের অভ্যন্তরস্থ জলের ভারের সমান নহে, পরন্তু পিপা ও নল এই উভয়ের সমান উন্নত হইয়া পিপার তলভাগের উপর জল দাঁড়াইলে সেই জলের যে ভার হইত, তলার উপর সেই ভারের সমান চাপ লাগে; এই বিষম ভার সহ্য করিতে না পারিয়া পিপাটী কখন কখন ভগ্ন হইয়া যায়।

এক্ষণে প্রতীয়মান হইল, জলাদির চাপ তাহাদের গভীরতা সাপেক্ষ, পরিমাণ বা আধার পাত্রের আকৃতি সাপেক্ষ নহে। যাহার তলা যত প্রশস্ত তাহার তলার উপর তত অধিক চাপ লাগিবে। ইহা নিতান্ত অসম্ভাবিত নহে। আরও দেখ, জলপূর্ণ করিলে কোন পাত্রের তলায় যে চাপ লাগে, পারদ পরিপূর্ণ করিলে তাহা অপেক্ষা অবশ্য অধিক চাপ লাগিবে। কেননা জল অপেক্ষা পারদের ঘনত্ব অধিক। ফলতঃ আধার পাত্রের তলার ক্ষেত্রফল, তলা হইতে জলাদির পৃষ্ঠদেশের উন্নতি ও তাহাদের ঘনত্বের তারতম্যানুসারে তলার উপর চাপের তারতম্য হইয়া থাকে।

৮৯। সাম্যাবস্থায় তরলবস্তুর পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্র সমতল। কঠিন পদার্থের উপরিভাগ কোথাও উন্নত, কোথাও অবনত হইতে পারে; কিন্তু তরল দ্রব্যের পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্রই সমান উচ্চ। কঠিনাবস্থায় আণবিক আকর্ষণ গুণে পরমাণুগণ পরস্পর পরস্পরের সহিত দৃঢ়রূপে আকৃষ্ট হইয়া থাকে। এই কারণ কোন কঠিন দ্রব্যের অংশ বিশেষ কিঞ্চিৎ উন্নত হইয়া উঠিলেও মাধ্যাকর্ষণ দ্বারা বিচ্ছিন্ন হইয়া নিম্নে পতিত হয় না। কিন্তু তরলাবস্থায় আণবিক আকর্ষণ তাদৃশ প্রবল না হওয়াতে তরল বস্তুর পরমাণু সকল সহজেই বিচলিত ও প্রবাহিত হইয়া সমতল ভাব ধারণ করে। এই নিমিত্ত কোন তরল বস্তুর যদি কোন ভাগ কিঞ্চিৎ উন্নত হইয়া উঠে, তাহা হইলে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বশতঃ তাহাকে পুনরায় নিপতিত হইতে হয়। বস্তুতঃ তরল পদার্থদিগের পৃষ্ঠদেশ স্বভাবতঃ সমোচ্চ। জল "উঁচু নীচু" হওয়া অসম্ভব, ইহা সকলেই জ্ঞাত আছেন।

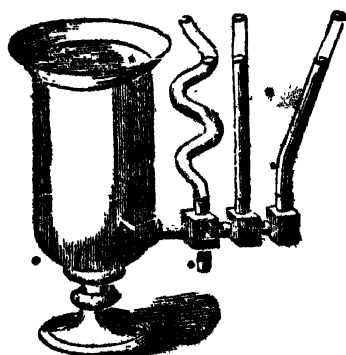
ভূপৃষ্ঠে যেরূপ কোথাও উন্নত গিরিশিখর, কোথাও বা গভীর গহ্বর নয়নগোচর হয়, সাগর পৃষ্ঠে সেরূপ কিছুই দৃষ্ট হয় না। যদি কখন কোন কারণ বশতঃ সাগরবারি কোন স্থানে কিঞ্চিৎ উচ্চ হইয়া উঠে, তাহা হইলে সেই কারণের অসদ্ভাব হইলেই নিপতিত হইয়া সমতল ভাব ধারণ করে। যদিও মহাসমুদ্রের যে ভাগে দৃষ্টিপাত করা যায়, সেই স্থানেই উহার পৃষ্ঠদেশ সমতল বলিয়া বোধ হয়, কিন্তু তাই বলিয়া উহার সমগ্র পৃষ্ঠদেশ যে দর্পণাকার সমতল, তাহা নহে। উহার পৃষ্ঠদেশের প্রত্যেক বিন্দুটী পৃথিবীর

কেন্দ্রের সহিত তুলনায় সমতল ভাবে অবস্থিত, কিন্তু ভূপৃষ্ঠস্থ জলরাশির পৃষ্ঠদেশের আকার বর্ত্তুল পৃষ্ঠের ন্যায় গোল। ফলতঃ যেখানে বহুদূর ব্যাপিয়া জল থাকে, সেখানে তাহার সমুদয় পৃষ্ঠভাগের দর্পণাকার সমতল হওয়া সম্ভব নহে। পূর্ব্বে কৈশিকতার স্থলে উল্লিখিত হইয়াছে যে, সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম নল মধ্যে জল ও পারদের পৃষ্ঠদেশ যথাক্রমে কমঠপৃষ্ঠাকার ও কটাহ গর্ভাকার প্রাপ্ত হয়। নাতিব্যাপক স্থিরভাবাপন্ন জলভাগের অনাবদ্ধ পৃষ্ঠদেশ সমতল। অর্থাৎ উক্ত জলভাগের পৃষ্ঠদেশ

ও বায়ুরাশির অধোদেশ যে স্থানটীতে মিলিত হইতেছে তাহা দর্পণাকার সমতল।

যাবতীয় উৎস ও আর্ত্তিযীয় কূপ এই সমোচ্চতা ধর্ম্মের উত্তম দৃষ্টান্ত স্থল। কোন কোন প্রদেশে ভূগর্ভ হইতে নিয়ত উষ্ণ জল উত্থিত হয়, আর কোথাও বা আস্ফোটনী নামক যন্ত্র দ্বারা ভূপৃষ্ঠস্ফুটিত হইলে উৎসাকারে জল উঠিয়া থাকে। ফরাসী দেশীয় আর্ত্তয় প্রদেশে বহু কালাবধি এইরূপ কৃত্রিম উৎস বা কূপ খনন করা হইত বলিয়া, এবম্বিধ কূপ সকল "আর্ত্তিযীয় কূপ" নামে আখ্যাত হইয়াছে। এই সকল কূপ অত্যন্ত গভীর; পারী নগরে একটী কূপ আছে তাহার গভীরতা প্রায় দুই সহস্র ফুট এবং তাহা হইতে প্রতি মিনিটে ফারেণহীটের ৮২ অংশ প্রমাণ উষ্ণ ৮২ মণ জল উত্থিত হয়।

যে সকল স্তরে আমাদিগের এই ভূপঞ্জর নির্ম্মিত হইয়াছে, তাহাদের সকল গুলিতে জল প্রবেশ করিতে পারে না। বালুকাময় স্তরে জল প্রবেশ করে, কিন্তু পঙ্কময় স্তরে কদাচ প্রবিষ্ট হইতে পারে না। এই নিমিত্ত, যদি কোন স্থানের নিম্নে দুইটী পঙ্কময় স্তরের মধ্যস্থিত হইয়া একটী বালুকাময় স্তর অবস্থান করে, আর ঐ স্থান অপেক্ষা যদি ঐ বালুকাময় স্তরের ঊর্দ্ধ দেশ উন্নত হয়, তাহা হইলে তথায় ঐ বালুকাময় স্তর পর্য্যন্ত মৃত্তিকা স্ফুটিত হইলে উক্ত বালুকাময় স্তরে যে জল প্রবেশ করিয়া পঙ্কময় স্তর দ্বারা আবদ্ধ হইয়া থাকে, তাহা সমোচ্চতা ধর্ম্ম রক্ষার্থে উৎসাকারে ছিদ্র দিয়া উত্থিত হয়।

এই চিত্রে কক, খখ দুইটী পঙ্কময় স্তর ও গগ একটী বালুকাময় স্তর। গগ স্তরের ঊর্দ্ধ দেশ চ-নামক স্থান হইতে উচ্চ। এই নিমিত্ত চ-এর নিকটে ভূপৃষ্ঠ স্ফুটিত হইলে গগ স্তরে যে জল প্রবেশ করিয়া কক ও খখ স্তর দ্বারা আবদ্ধ হইয়া থাকে, তাহা সমোচ্চতা ধর্ম্ম নিবন্ধন ছিদ্র দিয়া ঊর্দ্ধদেশে উৎসাকারে উঠিয়া থাকে।

এরূপ স্থলে, স্তরাবলীর মধ্যে কোন স্বাভাবিক ছিদ্র থাকিলেই উৎসের উৎপত্তি হয়। উৎস ও আর্ত্তযীয় কূপে কোন বিশেষ প্রভেদ নাই। যে ছিদ্র দিয়া উৎসের জল উৎসারিত হয় তাহা স্বাভাবিক; আর যদ্দ্বারা আর্ত্তযীয় কূপে জল উত্থিত হয় তাহা মনুষ্যকৃত। আমাদের দেশে সীতাকুণ্ড প্রভৃতি যে সকল উষ্ণোৎস আছে, তাহারা এই প্রকারে উৎপন্ন হইয়াছে। যে উৎসের জল যত নিম্ন হইতে উত্থিত হয় তাহা তত উষ্ণ; কেননা ভূপৃষ্ঠ হইতে যে স্থান যত গভীর সে স্থানের উষ্ণতাও তত অধিক।

যদি ভিন্ন ভিন্ন পাত্রেরও পরস্পরের সহিত জল গমনাগমনের উপযোগী সংযোগ থাকে, তাহাদিগকে জলপূর্ণ করিলে সকল পাত্রেই জল সমান উন্নতি লাভ করে।

৯০। আর্কমীদিসের নিয়ম। "কোন কঠিন বস্তুকে জলাদিতে মগ্ন করিলে তাহার সমায়তন জলাদি স্থানান্তরিত হয় এবং ঐ স্থানান্তরিত জলাদির ভারের তুল্য বলে উহা উদ্ভাসিত হইয়া থাকে।"

দুইটি জড়দ্রব্য কখনই এক সময়ে এক স্থান অধিকার করিয়া থাকিতে পারে না। এই নিমিত্ত কোন দ্রব্যকে জলাদিতে মগ্ন করিলে তাহার সমায়তন জলাদি স্থানান্তরিত হয়। আরও দেখ স্থানান্তরিত জলাদিকে নিম্নস্থ জলাদি যে বলে ধারণ করিত, নিমগ্ন বস্তুটীকেও অবশ্য সেই বলে ধারণ করিবে। পরন্তু, স্থানান্তরিত জলাদি যে বলে উহাকে ধারণ করিত, তাহা ঐ স্থানান্তরিত জলাদির ভারের তুল্য, কেননা স্বীয় ভারের তুল্য বলে সমুদ্ধৃত না হইলে কখনই উহা সাম্যাবস্থায় অবস্থিত হইয়া থাকিত না। সুতরাং স্থানান্তরিত জলাদির ভারের সমান বলে নিমগ্ন বস্তুও সমুত্তাসিত হইয়া থাকে, কিন্তু কোন বস্তুকে জলাদিতে মগ্ন করিলে তাহার সমায়তন জলাদি স্থানান্তরিত হয়; অতএব নিমগ্ন বস্তু যে বলে উত্তাসিত হয় তাহা উহার সমায়তন জলাদির ভারের তুল্য। এক্ষণে দেখ; নিমগ্নবস্তু স্বীয় ভারবশতঃ নিম্নে পতিত হইতে চায়, কিন্তু নিম্নস্থ জলাদি তাহার সমায়তন জলের ভারের সমান বলে তাহাকে ঊর্দ্ধে তুলিয়া রাখিতে চেষ্টা করে। এই নিমিত্ত জলাদিতে মগ্ন হইলে দ্রব্যাদির সমায়তন জলাদির ভারের সমান ভার কম পড়ে। যে দ্রব্যের ভার ১০০০ গ্রেণ তাহাকে জলমগ্ন করিলে যদি ১ ঘন ইঞ্চি জল স্থানান্তরিত হয়, তাহা হইলে জল মধ্যে তাহার ভার ১০০০—২৫২=৭৪৮ গ্রেণ হইবে, কেননা ১ ঘন ইঞ্চি জল ২৫২ গ্রেণ ভারী।

খৃষ্টীয় শতাব্দীর ২৩০ বৎসর পূর্ব্বে আর্কমীদিস নামক এক

জন যবন বা গ্রীক জাতীয় প্রাচীন পণ্ডিত এই নিয়মের আবিষ্কার করেন। কথিত আছে সীরাকুজ নগরে হীর নামে একজন নরপতিছিলেন। তিনি একদা কোন স্বর্ণকারকে একটী স্বর্ণমুকুট নির্ম্মাণ করিতে আদেশ করেন। কিয়দ্দিবস পরে স্বর্ণকার একটী স্বর্ণমুকুট হস্তে লইয়া রাজসভায় সমুপস্থিত হইল। তখন রাজা স্বীয় সভাপণ্ডিত আর্কমীদিসকে সম্বোধন করিয়া কহিলেন, যাহাতে এই মুকুটের অনুপম শোভায় কোন হানি না হয়, অথচ ইহা বিশুদ্ধ স্বর্ণ নির্ম্মিত কি না, তাহা নিশ্চয় জানিতে পারা যায়, আপনি তাহার উপায় বিধান করুন। ভূপতি কর্ত্তৃক এইরূপ অভিহিত হইয়া আর্কমীদিস ইহার উপায় অনুসন্ধানে প্রবৃত্ত হইলেন। তদনন্তর এক দিবস স্নানার্থে স্নানাগারে প্রবেশ পুরঃসর যখন জলাধারে অবগাহন করেন, তখন দেখিতে পাইলেন জলাধার হইতে জল উচ্ছ্বসিত হইয়া পড়িতেছে। তিনি ভাবিলেন জল মধ্যে আমার শরীর প্রবিষ্ট হওয়াতেই অবশ্য আমার আয়তন প্রমাণ জল স্থানান্তরিত হইতেছে। আরও তাঁহার অনুভব হইলে যেন নিম্নস্থ জলে তাঁহাকে ঠেলিয়া তুলিতেছে। তিনি মনে করিলেন নিম্নস্থ জলে স্থানান্তরিত জলকে যে বলে ধারণ করিত, আমার শরীরকেও অবশ্য সেই বলে ঊর্দ্ধে তুলিতে চেষ্টা করিতেছে। এই নিমিত্ত আমার শরীরের ভার এত কম বোধ হইতেছে। এইরূপ, অন্যান্য দ্রব্যকে জলমগ্ন করিলে তাহাদের সমায়তন জল স্থানান্তরিত হয় এবং তাহাদেরও স্থানান্তরিত জলের ভারের সমান ভার কম পড়ে। অতএব রাজমুকুটকে জলমগ্ন করিলে কত খানি জল অপসারিত হয় ও তাহার ভারের বা কত লাঘব

হয়, তাহা দেখিয়া উহা বিশুদ্ধ স্বর্ণনির্ম্মিত কি না তাহা বলিতে পারা যাইবে। তখন তিনি রাজকীয় প্রশ্ন সমাধানের সুচারু পন্থা প্রাপ্ত হইলাম, এই ভাবিয়া আহ্লাদে উন্মত্তপ্রায় হইয়া নগ্নবেশেই স্নানাগার হইতে বহির্গত হইয়া "পেয়েছি পেয়েছি" বলিয়া নৃত্য করিতে লাগিলেন।

৯১। নিমজ্জিত ও ভাসমান দ্রব্যের সাম্যাবস্থার নিয়ম। যে বস্তুর ভার সমায়তন জলাদির সমান, তাহাকে নিমগ্ন করিয়া দিলে স্থির হইয়া থাকে। মৎস্যাদি জলচর জীব-শরীরের ভার সমায়তন জলের সমান; এই নিমিত্ত উহারা জলমধ্যে অবস্থিতি করিতে সমর্থ হয়। যে দ্রব্যের গুরুত্ব সম আয়তন জলাদি অপেক্ষা অধিক, তাহা জলাদিতে ডুবিয়া যায়। আর যে বস্তুর ভার সমায়তন জলাদির ভার অপেক্ষা অল্প তাহাকে নিমগ্ন করিয়া দিলেও তৎক্ষণাৎ ভাসিয়া উঠে। প্রস্তর, সমায়তন জল অপেক্ষা ভারী, এই নিমিত্ত জলমধ্যে উহা ডুবিয়া যায়; কাষ্ঠ সমায়তন জল অপেক্ষায় লঘু বলিয়া উহাতে ভাসিতে পারে; লৌহ জল অপেক্ষায় ভারী কিন্তু পারদ অপেক্ষায় লঘু এই নিমিত্ত জলে মগ্ন হইলেও পারদে উদ্ভাসিত হইয়া থাকে। নদীর জল অপেক্ষা সমুদ্র জল ভারী, এই নিমিত্ত কোন কোন দ্রব্য সমুদ্রজলে ভাসে কিন্তু নদীর জলে ডুবিয়া যায়। পক্ষীর ডিম্ব লবণাক্ত জলে ভাসিতে পারে কিন্তু বিশুদ্ধ জলে মগ্ন হইয়া যায়। নৌকাদির ভার সমায়তন জলের অপেক্ষা অল্প বলিয়া উহারা ভাসিয়া থাকে, নৌকা ও তন্মধ্যস্থ-দ্রব্যজাতের ভার স্থানান্তরিত জলের সমান। জল অপেক্ষায় যে দ্রব্য যত লঘু তাহার আয়তনের তত অল্প ভাগ

জলে মগ্ন হয়। কেননা তাহার ভার তত অল্প আয়তন জলের তুল্য। যতদূর মগ্ন না হইলে তুল্য ভার বিশিষ্ট জলাদি স্থানান্তরিত না হয়, লঘু দ্রব্যের আয়তনের ততদূর জলাদিতে মগ্ন হইয়া থাকে। পরন্তু ভাসমান বা প্লবমান দ্রব্যের ভার অপসারিত জলাদির সমান, এবং উহার ভারকেন্দ্র অপসারিত জলাদির ভারকেন্দ্রের সহিত একই লম্বরেখাক্রমে অবস্থিত না হইলে উহা কখনই স্থির হইয়া ভাসিতে পারেনা, কারণ ভাসমান দ্রব্যস্থলে দ্বিবিধ বলের কার্য্য হইয়া থাকে; স্ব স্ব ভার বশতঃ ভাসমান দ্রব্য-সকল স্ব স্ব ভারকেন্দ্রের নিম্ন দিকে আকৃষ্ট হয়, এবং জলাদির প্রতিচাপ দ্বারা অপসারিত জলাদি ভারকেন্দ্রের ঊর্দ্ধ দিকে সমুদ্ভাসিত হয়; সুতরাং উহাদের ভার এবং জলাদির প্রতি-চাপ সমান ও প্রতিমুখে কার্য্যকারী না হইলে সাম্যাবস্থা হওয়া সম্ভাবিত নহে।

৯২। আপেক্ষিক গুরুত্ব। আয়তন সমান হইলেও ভার সমান হয় না। এক ঘন ইঞ্চি লৌহ অপেক্ষায় এক ঘন ইঞ্চি প্লাটিনম্ প্রায় তিন গুণ ভারী। যে পাত্রে ১ সের জল ধরে, তাহাতে ১৩.৫ সের পারদ থাকিতে পারে। সুতরাং জল অপেক্ষা পারদ ১৩.৫ গুণ ভারী বলিতে হইবে। সমায়তন সম্পন্ন ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের গুরুত্বের যে সম্বন্ধ তাহাকে "আপেক্ষিক গুরুত্ব" বলে। যে সংখ্যা দ্বারা কোন নির্দ্দিষ্ট বস্তুর ১ একক পরিমিত আয়তনের ভার অপেক্ষা অন্য একটী বস্তুর ১ একক পরিমিত আয়তনের ভার কত অধিক কি কত অল্প, ইহা জানিতে পারা যায়, তাহাই উহার আপেক্ষিক

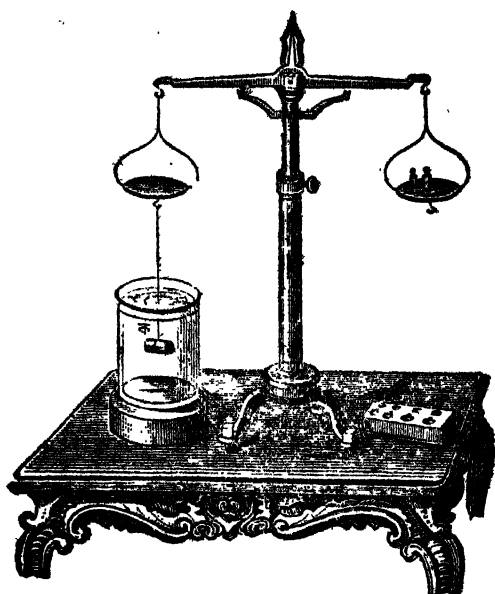
গুরুত্বের পরিমাণ। লৌহের সহিত তুলনায় প্লাটিনমের আপেক্ষিক গুরুত্ব ৩ ও জলের সহিত তুলনায় পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৩.৫। সচরাচর সমায়তনের বিশুদ্ধ জলের গুরুত্বকে একক ধরিয়া যাবতীয় কঠিন ও তরল দ্রব্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হয়। সমায়তনের জল, লৌহ, সীসক, স্বর্ণ, প্লাটিনম্ প্রভৃতি দ্রব্যের গুরুত্ব তুলনা করিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে, জল অপেক্ষা লৌহ ৭.৮ গুণ, সীসক ১১.৫ গুণ, স্বর্ণ ১৯ ও প্লাটিনম্ ২১.৫ গুণ ভারী। অতএব জলের সহিত তুলনায় লৌহের আপেক্ষিক গুরুত্ব ৭.৮ সীসকের ১১.৫ স্বর্ণের ১৯ ও প্লাটিনমের ২১.৫।

যে রূপ জলের সহিত তুলনা করিয়া যাবতীয় কঠিন ও তরল বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ করা যায়, সেই রূপ বাতাসের আপেক্ষিক গুরুত্বকে ১.০০০ অঙ্ক দ্বারায় নির্দেশ করিয়া বায়বীয় পদার্থদিগের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হইয়া থাকে। নিম্নে কয়েকটি বায়বীয় বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব লিখিত হইল।

বাতাস	১.০০০
অম্লজনক	১.১০৫৭
যবক্ষারজনক	.৯৭২
অজনক	.০৬৯২

৯০। আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ। "কোন কঠিন বস্তুকে জলমগ্ন করিলে তাহার যে ভার কম পড়ে, তাহা সমায়তন জলের ভারের সমান" এই নিয়ম অবলম্বন

করিয়া দ্রব্যাদির আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ করা যাইতে পারে।

৯৪। বারিমাপক তুলাদণ্ড দ্বারা আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ; ১মতঃ জল অপেক্ষা ভারীদ্রব্যের। সমায়তনের বিশুদ্ধ জলের ভার দ্বারায় কোন বস্তুর ভারকে ভাগ করিলে তাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব জানা যায়। এই নিমিত্ত কোন বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব স্থির করিতে হইলে তাহার এবং তাহার সম আয়তন জলের ভার জানা আবশ্যক। সচরাচর যে প্রকারে তুলাদণ্ডের দ্বারা দ্রব্যাদির ভার নিরূপিত হইয়া থাকে, সেই প্রকারে ওজন করিলে প্রস্তাবিত বস্তুর ভার জানিতে পারা যায় এবং জলমগ্ন করিলে যে ভার কম পড়ে, বারিমাপক তুলাদণ্ড দ্বারা তাহা স্থির করা যাইতে পারে কিন্তু কোন বস্তুকে জলমগ্ন করিলে যে ভার কম পড়ে, তাহা অপসারিত জলের ভারের সমান। আরও দেখ, কোন বস্তুকে জলমগ্ন করিলে তাহার সমায়তন জল স্থানান্তরিত হয়। অতএব কোন বস্তুকে জলমগ্ন করিলে যে ভার কম পড়ে, তাহা উহার সমায়তন জলের ভারের সমান। সুতরাং কোন বস্তুকে বারিমাপক তুলাদণ্ডসহকারে জলমগ্ন করিয়া ওজন করিলে যে ভারাপচয় হয়, তদ্দ্বারা তাহার ভারকে ভাগ করিলে তাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব অবধারিত হইতে পারে।

উদাহরণ—একখণ্ড লৌহকে বায়ুতে ওজন করিলে ৪৬০ গ্রেণ ও জলে ওজন করিলে ৪০১.১৬ গ্রেণ ভারী হয়। অতএব জলমগ্নাবস্থায় উহার ভার ৪৬০—৪০১.১৬=৫৮.৮৪ গ্রেণ কম পড়ে। উহার সমায়তন জলের ভার ৫৮.৮৪ গ্রেণ, সুতরাং লৌহের আপেক্ষিক গুরুত্ব $=\frac{৪৬০}{৫৮.৮৪}=৭.৮$।

২য়তঃ, তরল দ্রব্যের। বারিমাপক তুলাদণ্ড দ্বারা তরল বস্তুদিগেরও আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হইতে পারে।

কোন তরল বস্তর আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয় করিতে হইলে কোন কঠিন বস্তুকে বিশুদ্ধ জলে মগ্ন করিলে যে ভার কম

পড়ে, তদ্দারা প্রস্তাবিত তরল বস্তুতে ঐ কঠিন বস্তুর যে ভারাপচয় হয়; তাহাকে ভাগ করিলে সমায়তন বিশুদ্ধ জল অপেক্ষা প্রস্তাবিত বস্তু কত গুরু কি কত লঘু অর্থাৎ উহার আপেক্ষিক গুরুত্বের পরিমাণ কত তাহা নিরূপিত হইবে।

উদাহরণ। জলমগ্ন করিলে কোন বস্তুর ভার ২.৯৯১০ গ্রেণ কম পড়ে এবং সুরাসারে নিমজ্জিত হইলে ২.৪০৮১০ গ্রেণ কম পড়ে। অতএব সুরাসারের আপেক্ষিক

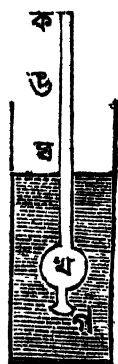
গুরুত্ব $= \frac{২.৪০৮১}{২.৯৯১০} =$ '৮০৫১১ বলিতে হইবে।

৩ য়তঃ জল অপেক্ষা লঘু দ্রব্যের। যে বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব স্থির করিতে হইবে তাহা যদি জল অপেক্ষা লঘু হয়, তাহা হইলে, অন্য কোন গুরু বস্তুর সহিত সংযুক্ত করিয়া জলমগ্ন করিলে উভয়ের যে ভার কম পড়ে তাহা হইতে ঐ গুরু বস্তুটার জলমগ্নাবস্থার ভারাপচয় বিয়োগ করিলে ঐ বস্তুর সম আয়তন জলের ভার অবধারিত হইবে। অতএব কোন লঘু বস্তুর ভারকে যদি এই দুই ভারাপচয়ের বিয়োগ ফল দ্বারা ভাগ করা যায়, তাহা হইলে তাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব জানা যাইতে পারে।

উদাহরণ।—কোন বস্তুকে বায়ুমধ্যে ওজন করিলে তাহার ভার ২০০ রতি হয়। একখণ্ড তাম্রের সহিত যুক্ত করিয়া বায়ুমধ্যে ওজন করিলে ২২৪৭ রতি এবং জলে ওজন করিলে ১৬২০ রতি ভারী বোধ হয়। অতএব জলমগ্ন করিলে উভয়ের ভারাপচয়ের পরিমাণ ২২৪৭—১৬২০ = ৬২৭; শুদ্ধ ঐ সংসৃষ্ট

তাম্রকে জলে ওজন করিলে তাহার ভার ২৩০ রতি কম পড়ে। অতএব জলমধ্যে প্রস্তাবিত বস্তুর ভার ৬২৭—২৩০ = ৩৯৭ রতি কম পড়ে। ∴ সম আয়তন জলের ভার ৩৯৭ রতি এবং প্রস্তাবিত বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব = $\frac{২০০}{৩৯৭}$ = .৫০৪।

৯৫। বারিমাণ যন্ত্রদ্বারা দ্রব দ্রব্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ। এক প্রকার যন্ত্র দ্বারা তরলবস্তুদিগের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হইয়া থাকে। ঐ যন্ত্রের নাম বারিমাণ যন্ত্র। এ স্থলে একটী বারিমাণ যন্ত্রের প্রতিকৃতি দেওয়া গেল।

কোন তরল বস্তুতে মগ্ন করিলে ইহা উদ্ভাসিত হইয়া থাকে এবং যে তরল বস্তু যত গুরু তাহাতে ইহার তত অল্পভাগ নিমগ্ন হয়। এই যন্ত্র দ্বারা কোন তরল বস্তুর কত খানি অপসারিত হয়, তাহা অনায়াসে বলা যাইতে পারে। এক্ষণে দেখ, ভাসমান বস্তুর ভার অপসারিত জলাদির ভারের সমান। অতএব দেখা যাইতেছে, ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যে মগ্ন করিলে যে দ্রব্যের যত খানি ভার অপসারিত হয় তাহার ভার এই যন্ত্রের ভারের সমান। কিন্তু যাহাদিগের ভার সমান, তাহাদিগের মধ্যে যাহার আয়তন যত অল্প, তাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব তত অধিক; অতএব এইরূপ কোন বারিমাণ যন্ত্র দ্বারা প্রস্তাবিত তরল বস্তুর অপসারিত ভাগের আয়তনকে বিশুদ্ধ জলের অপসারিত আয়তন দিয়া ভাগ করিলে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হইবে।

কূপীদ্বারা তরল ও চূর্ণ দ্রব্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ। এক প্রকার কূপী আছে তদ্দারা তরল ও চূর্ণ বস্তুদিগের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হইতে পারে। যে তরল বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব স্থির করিতে হইবে তদ্দারা ঐ কূপী পরিপূর্ণ করিতে হইলে তাহার যে পরিমাণ ভার লাগে তাহাকে যদি ঐ কূপীতে যত খানি জল ধরে তাহার ভার দ্বারা ভাগ করা যায়, তাহা হইলে প্রস্তাবিত তরল বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব অবধারিত হইবে। চূর্ণ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্বও এই কূপী দ্বারা স্থির করা যাইতে পারে।

উদাহরণ।—মনে কর একটী কূপীতে ১০০০ রতি বিশুদ্ধ জল ও ১৩৫০০ রতি পারদ ধরে; পারদের আঃ গুরুত্ব $=\frac{১৩৫০০}{১০০০}=১৩.৫$।

মিশ্র দ্রব্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব। কোন মিশ্র দ্রব্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ করিতে হইলে, তাহার প্রত্যেক উপাদানের আয়তনকে তাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব দ্বারা গুণ করিয়া সেই সকল গুণফলগুলির সমষ্টিকে উপাদান-গুলির আয়তনের সমষ্টি দ্বারা ভাগ করিতে হয়। পরন্তু যদি মিশ্রণ বশতঃ আয়তনের সঙ্কোচ হয়, তাহা হইলে সঙ্কোচ নিবন্ধন যে আয়তন হয় তদ্দারা উক্ত গুণফলগুলির সমষ্টিকে ভাগ করিতে হয়।

উদাহরণ।—দুগ্ধের আঃ গুরুত্ব ১.০৩, জলের আঃ গুরুত্ব ১, বল দেখি ৪ ভাঁড় দুগ্ধ ও দুই ভাঁড় জল মিশ্রিত করিলে সেই জল মিশ্রিত দুগ্ধের আপেক্ষিক গুরুত্ব কত হইবে?

উত্তর, $\frac{৪\times১.০৩+২\times১}{৪+২}=১.০২$।

পঞ্চম অধ্যায়।

বায়ুবিজ্ঞান।

বায়বীয় বস্তুর ধর্ম্ম।

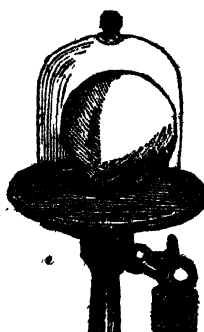
যে শাস্ত্র অধ্যয়ন করিলে বায়বীয় বস্তুর প্রাকৃতিক গুণ সমূহ অবগত হওয়া যায়, তাহার নাম বায়ুবিজ্ঞান।

৯৬। বায়ু ও বাষ্প। রসায়ন শাস্ত্রে যে কয়েকটী বায়বীয় দ্রব্যের উল্লেখ আছে তন্মধ্যে অম্লজনক, অজনক, যবক্ষারজনক ও হরিত বায়ু মূল পদার্থ মধ্যে পরিগণিত, তদ্ভিন্ন আর সমস্ত বায়বীয় দ্রব্যই যৌগিক অথবা মিশ্র পদার্থ। অম্লজনক অজনক ও যবক্ষারজনককেও তরল অবস্থায় পরিণত করা হইয়াছে। আঙ্গারিকাম্ল বায়ু প্রভৃতি কতিপয় বায়বীয় দ্রব্যের কঠিনাকার পর্য্যন্ত দৃষ্ট হইয়াছে। যে সকল বস্তু সামান্যতঃ তরলভাবে থাকে, তাহাদিগকে উত্তপ্ত করিলে এক প্রকার বায়ুবৎ দ্রব্যের উৎপত্তি হয়। ঐ সকল বায়ুবৎ দ্রব্যকে বাষ্প বলে। বাষ্প ও বায়ুতে কোন বিশেষ প্রভেদ নাই, বাষ্পের বায়ব্য ভাব নৈমিত্তিক, আর বায়ু দিগের স্বাভাবিক। বাষ্পীয় বস্তুকে শীতল করিয়া সহজেই তরল করা যাইতে পারে, কিন্তু বায়ুদিগকে তরলাবস্থায় পরিণত করা

তাদৃশ সহজ নহে। জলকে উত্তপ্ত করিলে যে বায়ুবৎ দ্রব্যের উৎপত্তি হয়, তাহাকে জলীয় 'বাষ্প' বলে। কিন্তু উহাকে বিশ্লিষ্ট করিলে যে দুইটী বায়বীয় দ্রব্য জন্মে তাহাদিগকে আমরা বায়ু বলি, কেননা তাহাদিগের বায়বীয় ভাব স্বাভাবিক। অম্লজনক ও অজ্জনক 'বায়ু' সংযোগে জলীয় বাষ্প জন্মে এবং ঐ বাষ্প শীতল হইলেই জল হয়।

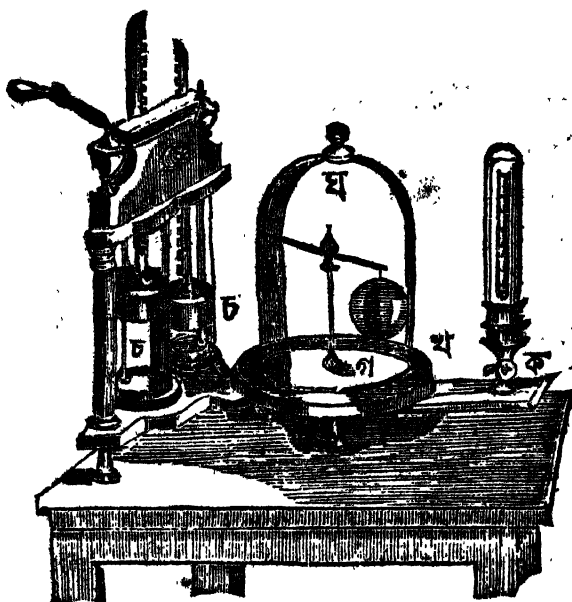
৯৭। বায়বীয় দ্রব্যের পরিব্যাপকতা। বায়বীয় অবস্থায় আণবিক বিপ্রকর্ষণের পরাক্রম সমধিক প্রবল হওয়াতে বায়ুদিগের পরমাণু সকল পরস্পরকে দূরীকৃত করে। এই কারণ বায়ুমাত্রই অতিশয় প্রসারণীয়। কঠিন ও দ্রব দ্রব্য সকল স্বস্ব আয়তন প্রমাণ স্থান ব্যাপিয়া অবস্থিতি করে কিন্তু বায়বীয় দ্রব্য মাত্রই প্রসারিত হইয়া আধার পাত্রের সর্ব্ব প্রদেশে ব্যাপ্ত হয়। এক ঘনফুট মাত্র কোন বায়বীয় দ্রব্যে শতসহস্র ও এমন কি. লক্ষ লক্ষ ঘনফুট প্রমাণ স্থান পরিব্যাপ্ত হইতে পারে। অনেকগুলি বায়ুকে এক পাত্রে রাখিলেও ইহার অন্যথা হয় না। নানাবিধ তরল বস্তুকে এক পাত্রে রাখিলে উহারা স্ব স্ব আপেক্ষিক গুরুত্বের ন্যূনতানুসারে উপর্য্যুপরি অবস্থিত হয়। পারদ অপেক্ষায় জল লঘু এবং জল অপেক্ষায় তৈল লঘু, এই নিমিত্ত পারদ জল ও তৈলকে এক পাত্রে রাখিলে পারদ সকলের নিম্নে, জল মধ্যে ও তৈল সকলের উপরে অবস্থিত হইয়া থাকে। কিন্তু দুই তিন বা ততধিক বায়বীয় বস্তুকে এক পাত্রে রাখিলে, তাহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব যেরূপ হউক, প্রসারণীয়তা ধর্ম্মবশতঃ তাহারা প্রসারিত হইয়া ঐ পাত্রের সর্ব্বাংশে ব্যাপ্ত হয়। ভিন্ন ভিন্ন

বায়ু পূর্ণ দুইটি পাত্রেরও যদি পরস্পরের সহিত সংযোগ থাকে তাহা হইলেও এই ধর্ম্ম নিবন্ধন এক পাত্রস্থ বায়ু অপর পাত্রে প্রবেশ করে।

৯৮। বায়বীয় দ্রব্যের স্থিতিস্থাপকতা। বায়বীয় বস্তু মাত্রই অতিশয় আকুঞ্চনীয়। একারণ কোন বায়ুর উপর যত চাপ প্রয়োগ করা যায় তাহার আয়তন তত অল্প হয়; আবার চাপ অপসৃত হইলে পুনর্ব্বার প্রসারিত হইয়া পূর্ব্বায়তন প্রাপ্ত হয়। কোন বায়ুপরিপূর্ণ চর্ম্মমসকের মুখ বন্ধ করিয়া তাহার উপর চাপ প্রয়োগ করিলে উহা সঙ্কুচিত হয় এবং চাপ অপসারিত হইবামাত্র পুনরায় প্রসারিত হয়; আবার কোন বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের আবরণ পাত্র মধ্যে উহাকে রাখিয়া চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ু নিষ্কাশিত করিলে স্ফীত হইয়া উঠে, এবং যন্ত্র মধ্যে বায়ু পুনঃ প্রবিষ্ট হইলে সঙ্কুচিত হইয়া স্বাভাবিক আয়তন প্রাপ্ত হয়। উষ্ণতার বৃদ্ধি হইলে বায়ু মাত্রই অতিশয় প্রসারিত হয়, এবং শীতল হইলে পুনরায় সঙ্কুচিত হয়। ফলতঃ যে কারণের সদ্ভাবে কোন বায়বীয় বস্তু আকুঞ্চিত বা প্রসারিত হয়, তাহার অসদ্ভাব হইলেই উহা স্বাভাবিক আয়তন প্রাপ্ত হইয়া থাকে। অতএব বায়ু মাত্রই স্থিতিস্থাপকতা গুণসম্পন্ন, ইহা বলিবার আর অপেক্ষা কি।

৯৯। তরল ও বায়বীয় দ্রব্যের কোন কোন

বিষয়ে সাদৃশ্য। তরল বস্তুর ন্যায় বায়বীয় বস্তুর পরমাণু সকল সহজেই সঞ্চালিত হইতে পারে। জলের অণু সকল যেরূপ অনায়াসেই বিচ্ছিন্ন করা যাইতে পারে, বায়ুরও সেই রূপ। তরল বস্তুর একাংশে কোন চাপ প্রয়োগ করিলে ঐ চাপ, যেরূপ তাহার সর্ব্বাংশে সমভাবে সঞ্চালিত হয়; বায়বীয় দ্রব্যের কোন অংশে চাপ প্রয়োগ করিলেও ঠিক তাহাই হইয়া থাকে। তরলবস্তুর চাপ, যেরূপ গভীরতা ও ঘনত্ব সাপেক্ষ, বায়বীয় দ্রব্যেরও সেই রূপ। জলাদিতে মগ্ন হইলে যেরূপ দ্রব্যাদির সমায়তন জলাদি স্থানান্তরিত হয় এবং স্থানান্তরিত জলাদির ভারের সমান ভার কম পড়ে; বায়বীয় বস্তুতে নিমজ্জিত হইলেও ঠিক সেই রূপ হইয়া থাকে। এই নিমিত্ত, কোন বস্তুকে বায়ুতে ওজন করিলে যে ভার পাওয়া যায়, তাহাতে তাহার সমায়তন বায়ুর ভার যোগ না করিলে তাহার প্রকৃত ভার অবধারিত হয় না। এক মণ তুলার যে আয়তন তদপেক্ষায় এক মণ লৌহের আয়তন অনেক কম। এই নিমিত্ত বায়ুতে ওজন করিলে যে পরিমাণ তুলার ভার এক মণ লৌহের সমান হইয়া থাকে, নির্ব্বাত স্থানে তাহার ভার তদপেক্ষা অধিক হয়। সুতরাং "এক মণ লৌহ ও এক মণ তুলা সমান ভারী নহে।"

কোন তুলাদণ্ডের এক দিকে একটী ক্ষুদ্রায়তন সীসক খণ্ড ও অপর দিকে তাহার সমতুল বৃহদায়তন শূন্যগর্ভ তাম্রগোলক ঝুলাইয়া বায়ু মধ্যে ওজন কর, তুলাদণ্ড ঠিক সমতুল ভাবে ভাবে অবস্থিত হইবে, কিন্তু বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্রের আবরণ পাত্রের মধ্যে রাখিয়া বায়ু নিষ্কাশন করিলে তাম্র গোলকের

দিকে তুলাদণ্ড কিছু অবনত হইয়া পড়িবে। অতএব দৃষ্ট

হইতেছে যে দ্রব্যের আয়তন যত অধিক, বায়ু মধ্যে তাহার তত ভারাপচয় হইয়া থাকে।

১০০। বায়ুরাশি। অস্মাদিগের আবাস ভূমি বসুন্ধরা বিশাল বায়ুরাশি দ্বারা সমাচ্ছন্ন হইয়া রহিয়াছে। পৃথিবীর সঙ্গে সঙ্গে এই বায়ুরাশি অনবরত ভ্রাম্যমান হইতেছে এবং বর্ষে বর্ষে সূর্য্যমণ্ডলকে এক এক বার প্রদক্ষিণ করিতেছে। এই বায়ুরাশি সুগভীর সমুদ্র হইতেও গভীর ও অত্যুচ্চ পর্ব্বত হইতেও উচ্চ। কেহ কেহ অনুমান করেন ইহার উন্নতি এক শত ক্রোশের ন্যূন নহে। যাহা হউক,

ইহা ভূপৃষ্ঠ হইতে অন্যূন পঞ্চবিংশতি ক্রোশ ঊর্দ্ধ পর্য্যন্ত ব্যাপ্ত হইয়া আছে, এ কথা প্রায় সকলেই স্বীকার করেন। যেরূপ মৎস্যাদি জলচর জীবগণ বারিনিধি সাগরে অবস্থান করে, তদ্রূপ আমরা এই প্রবিস্তীর্ণ বায়ুময় সাগরে বাস করিতেছি। ইহা এরূপ লঘু যে প্রজাপতির পক্ষ দ্বারাও সঞ্চালিত হয়, অথচ ইহা দ্বারাই আবার প্রকাণ্ড প্রকাণ্ড অর্ণবপোত দুস্তর সাগর পারে নীত হইয়া থাকে। কখন বা ইহা এরূপ প্রশান্ত ভাবে অবস্থিতি করে যে, উর্ণনাভের তন্তুও ইহার দ্বারা বিচ্ছিন্ন হয় না, আবার কখন বা ভীষণাকার ধারণ করত এরূপ প্রচণ্ড বেগে গমন করিতে থাকে যে, ইহার ভয়ঙ্কর আঘাতে তুঙ্গ শৈলশৃঙ্গও চূর্ণ হইয়া যায়। কখন বা সুমন্দ হিল্লোলে আমাদিগের সর্ব্বশরীর শীতল করে এবং কখন বা দারুণ ঝঞ্ঝাবাতে আমাদিগকে ব্যাকুলিত করে। কখন বা মৃদুমন্দ লহরীমালায় জনগণকে পুলকিত করে এবং কখন বা উত্তাল ঊর্ম্মিমালা উপস্থিত করিয়া তাহাদিগকে আকুলিত করে। কখন বা শারদীয় পঞ্চমীতে ধনরত্ন লোকাদি পরিপূর্ণ নৌকা জলমগ্ন করিয়া চতুর্দ্দিকে বিলাপ ও ক্রন্দনধ্বনি বিস্তার করে এবং কখন বা অরাতি পরিবেষ্টিত পুরীশ্রেষ্ঠ পারী নগরী হইতে ব্যোমযান আনয়ন করত তথায় যে সমস্ত সমস্ত মহাত্মাগণ প্রাণ পর্য্যন্ত পণ করিয়া স্বদেশরক্ষার্থ যত্ন করিতেছেন, তাঁহাদিগের সংবাদ প্রদান করিয়া আমাদিগকে আহ্লাদিত করে।

বায়ু না থাকিলে, কি ঊষাকালীন পরম রমণীয় শোভা, কি প্রদোষকালীন জলদপটলের নিরুপম কান্তি, কিছুই

নয়নগোচর হইত না। বায়ু না থাকিলে, নিশাবসান না হইতে হইতেই প্রচণ্ড মার্ত্তণ্ড উদিত হইয়া খরতর কর বর্ষণপূর্ব্বক জীবগণকে দগ্ধ করিত এবং দিনশেষ না হইতে হইতেই দিনমণি, বসুন্ধরাকে ঘোরতর তিমিরসাগরে নিমগ্ন করিয়া অস্তমিত হইত। বায়ু না থাকিলে, দীপাদি আলোক প্রদান করিত না ও কাষ্ঠাদি হইতে বহ্নি উৎপন্ন হইত না। বায়ু না থাকিলে, কাদম্বিনীর ললাটদেশ সৌদামিনীরূপ সিঁথিতে সমুজ্জ্বলিত হইত না। বায়ু না থাকিলে, বিমানচারী বারিদগণ বারি বর্ষণ করিত না। বায়ু না থাকিলে, পর্ব্বতনন্দিনী সুস্বাদুসলিলশালিনী প্রবাহিণী স্রোতস্বিনীগণ কল কল রবে প্রবাহিত হইত না। বায়ু না থাকিলে, শ্যামল দূর্ব্বাদলশিরে শিশির বিন্দু সকল মুক্তাফল রূপে কখনই শোভা পাইত না,বায়ু না থাকিলে, কি বৃক্ষপত্রের শর্ শর্ শব্দ, কি পক্ষিগণের কলরব, কি সুমধুর গীত ধ্বনি, কি ঘোরতর বজ্রনাদ, কিছুই আমরা শুনিতে পাইতাম না। অন্য কথা দূরে থাকুক, বায়ু না থাকিলে আমরা ক্ষণমাত্র জীবিত থাকিতে পারিতাম না। এই নিমিত্তই ইহার জগৎ-প্রাণ নামটী অন্বর্থ হইয়াছে।

১০১। বায়ুরাশির স্থানাবরোধকতা। অন্যান্য পদার্থের ন্যায় বায়ুরও স্থানাবরোধকতা গুণ আছে। ইহার এই স্থানাবরোধকতা গুণবশতঃ কোন পাত্র বিপর্য্যস্ত করিয়া জলমগ্ন করিলে জলে পরিপূর্ণ হয় না, কারণ উহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু বহির্গত হইতে পথ না পাইয়া, জলের উপরিভাগে সঙ্কুচিত হইয়া থাকে। গাড়ুর মুখ দিয়া জল পুরিলে

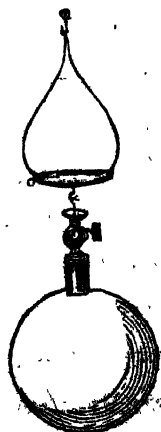
তন্মধ্য দিয়া জল প্রবিষ্ট হইয়া নাল দ্বারা অন্তর্গত বায়ুকে নিরাকৃত করে; নালের মুখোপরি হস্ত ধরিলেই ইহার উপলব্ধি হইয়া থাকে। তরলই হউক, আর কঠিনই হউক, বায়ুর সহিত কেহ এক সময়ে এক স্থান অধিকার করিয়া থাকিতে পারে না।

১০২। বায়ুরাশির নিশ্চেষ্টতা। নিশ্চেষ্টতা গুণ বায়ুতেও দৃষ্ট হইয়া থাকে। চালিত না হইলে বায়ুও চলিতে পারে না এবং চালিত হইলে অন্যের প্রতিবন্ধকতা ব্যতীত কখনই স্থির হয় না। সচল বায়ুকেই আমরা বাতাস বলি। ঝড়ের সময়, বায়ুর বেগ কখন কখন এতাদৃশ প্রবল হয় যে, তদ্দ্বারা কখন কখন প্রকাণ্ড মহীরুহসমূহও উন্মূলিত, ও অত্যুন্নত প্রাসাদও ভগ্ন হইয়া যায়।

১০৩। বায়ুর আকুঞ্চনীয়তা। চাপ প্রাপ্ত হইলে বায়ুমাত্রই আকুঞ্চিত হয়, ইহা পূর্ব্বেই বলা গিয়াছে। তাদৃশ অধিক চাপ প্রয়োগ করিলে জল কিঞ্চিৎ আকুঞ্চিত হয় বটে, কিন্তু কার্য্যতঃ ইহাকে অনাকুঞ্চনীয় বলিলেও নিতান্ত অসঙ্গত হয় না। পরন্তু বায়ুর উপরে যত চাপ দেওয়া যায়, তাহার আয়তনও তত অল্প হয়। বস্তুর আয়তনের হ্রাস হইলে ঘনত্বের বৃদ্ধি হয়। সুতরাং, বায়ুর উপর চাপ দিলে তাহার আয়তনের যেরূপ হ্রাস হয়, ঘনত্বের তদ্রূপ বৃদ্ধি হয়। চাপ নিরাকৃত হইলে স্থিতিস্থাপকতা গুণে বায়ু পুনরায় প্রসারিত হয়। চাপের তারতম্যানুসারে স্থিতিস্থাপকতা গুণের তারতম্য ঘটিয়া থাকে। চাপের বৃদ্ধি হইলে আয়তনের যেমন হ্রাস হয়, ঘনত্ব ও স্থিতিস্থাপকতা গুণের

তদনুরূপ বৃদ্ধি হইয়া থাকে। চাপ দ্বিগুণিত হইলে আয়তন অর্দ্ধেক ত্রিগুণিত, হইলে তিন ভাগের একভাগ হয় ইত্যাদি। আয়তন অর্দ্ধেক হইলে সুতরাং ঘনত্ব দ্বিগুণ হয়। যে বলে সঙ্কুচিত হয় সেই বলে প্রসারিত হইতে চায়, সুতরাং চাপ দ্বিগুণ হইলে স্থিতিস্থাপকতা দ্বিগুণ হয়।

১০৪। বায়ুর ভার। জল ও মৃত্তিকাদির ন্যায় বায়ুরও গুরুত্ব আছে। এই কারণ কোন পাত্র হইতে বায়ু নিষ্কাশিত করিতে পারিলে তাহার ভারের লাঘব হয়। যদি কোন বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্রদ্বারা কোন ফাঁপা গোলকের অভ্যন্তরস্থ বায়ু নিরাকৃত করিয়া ওজন করা যায়, তাহা হইলে তাহার বায়ু পূর্ণাবস্থায় যে ভার ছিল বায়ুশূন্যাবস্থায় তদপেক্ষা ভার কম দৃষ্ট হইবে। অন্যান্য বায়বীয় দ্রব্যেরও যে ভার আছে, তাহা এইরূপে প্রতিপন্ন করা যাইতে পারে। এই রূপে স্থিরীকৃত হইয়াছে যে ১০০ ঘনইঞ্চি সমায়তন বায়ুর ভার ৩১ গ্রেণ।

১০৫। বায়ুর চাপ। তরিচেলী নামে এক জন ইতালি দেশীয় পণ্ডিত ১৬৪৩ খৃঃ অব্দে বায়ুর চাপ নিরূপণ করেন। সকলেই দেখিয়াছেন, কোন নলের এক প্রান্ত জলে মগ্ন করিয়া অপর প্রান্তে মুখ দিয়া তন্মধ্যস্থ বায়ু টানিয়া

লইলেই তাহার ভিতরে জল প্রবেশ করে। জলোত্তোলন যন্ত্রের নালের অভ্যন্তরস্থ বায়ু নিরাকৃত করিলে তন্মধ্যে কূপাদির জল প্রবিষ্ট হয়। প্রাচীন পণ্ডিতগণ এই ব্যাপারটীর কোন কারণ অবধারণে অসমর্থ হইয়া এই সিদ্ধান্ত করিয়াছিলেন, যে "প্রকৃতি শূন্যকে ঘৃণা করেন; তিনি কোথাও শূন্য দেখিতে পারেন না"; এইজন্য নলাদির অন্তর্গত বায়ু নিষ্কাশিত করিলে তন্মধ্যে সমীপস্থ জলাদি প্রবেশ করে। প্রায় দুই সহস্র বৎসর পর্য্যন্ত লোকে এই কথায় বিশ্বাস ও শ্রদ্ধা করিয়া আসিতেছিল। অবশেষে গালিলিওর জীবদ্দশায় ফ্লরেন্স নগরে একটী কূপ খনন কালে দৃষ্ট হইল, জলোত্তোলন যন্ত্রে ৩৪ ফুটের উপরে জল উত্থিত হয় না। গালিলিওকে ইহার কারণ জিজ্ঞাসা করিলে, তিনি প্রকৃত কারণ স্থির করিতে অসমর্থ হইয়া, প্রাচীন মতের উপর কিঞ্চিৎ কটাক্ষ করত এই উত্তর করিয়াছিলেন, প্রকৃতি ৩৪ ফুটের উপরে আর শূন্যকে ঘৃণা করেন না। অনন্তর তাঁহার পরলোক গমনের পর তদীয় শিষ্য তরিচেলী এই বিষয়ের নিগূঢ় কারণ অনুসন্ধানে প্রবৃত্ত হন। তিনি মনে মনে চিন্তা করিলেন বহিঃস্থ বায়ুর চাপ বশতঃ নলাদির অভ্যন্তরে জল উত্থিত হওয়া কি সম্ভবপর হইতে পারে না? আরও এই বিবেচনা করিলেন যদি বায়ুর চাপ দ্বারাই ৩৪ ফুট জল সমুদ্ধৃত হয়, তাহা হইলে উহার চাপ অবশ্যই ৩৪ ফুট জলের সমান হইবে। কিন্তু ৩০ ইঞ্চি পারার চাপ ৩৪ ফুট জলের সমান, কেননা জল অপেক্ষা পারদ ১৩.৫ গুণ ভারী। অতএব বায়ুর চাপ নিবন্ধনই যদি ৩৪ ফুট উর্দ্ধে জল উত্থিত

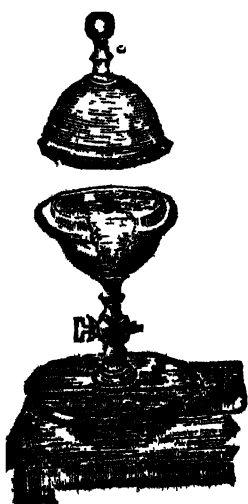
হয়, তাহা হইলে তন্নিবন্ধন পারদ কখন ৩০ ইঞ্চি অপেক্ষা অধিক ঊর্দ্ধে উত্থিত হইতে পারে না। ইহা পরীক্ষা করিয়া দেখিবার নিমিত্ত তিনি একটী সুদীর্ঘ কাচনালী পারদপূর্ণ করত অপর একটী পারদপূর্ণ পাত্রে বিপর্য্যস্থ করিয়া মগ্ন করিলেন। তৎক্ষণাৎ তিনি মনে মনে যাহা ভাবিয়াছিলেন তাহাই ঘটিল। নলের অভ্যন্তরে ৩০ ইঞ্চি মাত্র পারদ রহিল আর অবশিষ্ট সমুদয় পারদ নিম্নে নামিয়া পড়িল।

তরিচেলীর এই পরীক্ষা লইয়া তৎকালীন পণ্ডিতমণ্ডলীতে বিষম গোলযোগ উপস্থিত হইয়াছিল। অনেকেই তাঁহার মত ভ্রান্তিসঙ্কুল বলিয়া অগ্রাহ্য করিলেন। পরিশেষে, পাস্কাল পরীক্ষা করিয়া ইহার সত্যাসত্য নিরূপণ করিতে অভিলাষী হইলেন। তিনি ভাবিলেন যদি বায়ুর চাপ বশতঃই তরিচেলীর কাচনালীতে পারদ সমুত্থিত হয়, তাহা হইলে উহাকে ঊর্দ্ধদেশে লইয়া গেলে উপরিস্থ বায়ুর পরিমাণ অপেক্ষাকৃত অল্প হওয়াতে উহার অভ্যন্তরস্থ পারদের উন্নতিও অবশ্য কম পড়িবে। এই মনে করিয়া তিনি একটী পর্ব্বতোপরি ঐরূপ কাচনালী লইয়া আরোহণ করিতে

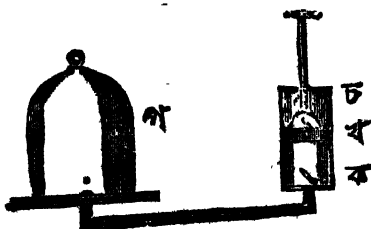
লাগিলেন। তখন দেখিতে পাইলেন যে তিনি যত ঊর্দ্ধে উঠিতেছেন কাচনালীতে পারদের উন্নতিও তত কম পড়িতেছে। স্থতরাং বায়ুর চাপ বশতঃ এইরূপ ঘটিয়া থাকে, তদ্বিষয়ে আর অণুমাত্র সন্দেহ রহিল না। তরিচেলীর কাচনালীই বায়ুমান যন্ত্র। ইহার দ্বারা বায়ুরাশির চাপ পরিমিত হইয়া থাকে। পারদের উন্নতি ও অবনতি অবধারণার্থ কাচনালীর গায়ে একটী মান দণ্ড সংযুক্ত থাকে। সচরাচর বায়ুমান যন্ত্রের কাচনালীতে পারদের উন্নতি ৩০ ইঞ্চির অধিক হয় না। অতএব দেখা যাইতেছে, সামন্যতঃ ভূপৃষ্ঠের প্রতিবর্গ ইঞ্চির উপর বায়ুর চাপ ৩০ ঘন ইঞ্চি পারদের সমান। ৩০ ঘন ইঞ্চি পারদের চাপ প্রায় /৭॥ সাড়েসাত সের, স্থতরাং প্রতিবর্গ ইঞ্চি প্রমাণ স্থান এই সাড়েসাত সের চাপ সহ্য করিতেছে। আমরাও নিয়ত এই বিষম চাপ বহন করিতেছি। আমাদিগের শরীরের ক্ষেত্রফল প্রায় ২,০০০ বর্গ ইঞ্চি এ প্রযুক্ত আমরা প্রায় ৩৭৫ মণ প্রমাণ চাপে আক্রান্ত রহিয়াছি। আশ্চর্য্যের বিষয় এই যে, আমাদিগকে কোন রূপ চাপ সহ্য করিতে হইতেছে, ইহা আমরা এক বার ভ্রমেও মনে করি না।

তরল পদার্থের চাপ যেরূপ চতুর্দ্দিকে সঞ্চালিত হয়, বায়বীয় দ্রব্যেরও সেইরূপ। তরল পদার্থের যেরূপ অবক্ষেপক ও উৎক্ষেপক চাপ আছে, বায়বীয় দ্রব্যেরও সেইরূপ। একটী দুই মুখ খোলা বোতল সদৃশ পাত্রকে বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্রের আধার পাত্রের উপর স্থাপন করিয়া যদি তাহার উপরকার মুখটী হস্ত দ্বারা আবৃত করিয়া বায়ু নিষ্কাশন করা

যায়,তাহা হইলে হাতের নীচের বায়ু যত নিষ্কাশিত হইবে হাতের উপর বহিঃস্থ বায়ুর চাপও তত অধিক লাগিবে।

নিম্নস্থ চিত্রের অনুরূপ দুইটী গোলকার্দ্ধ উপর্য্যুপরি

রাখিয়া তাহার অভ্যন্তর হইতে বায়ু নিষ্কাশন করিলে বহিঃস্থ বায়ুর চাপে তাহারা এরূপ সম্বদ্ধ হইয়া যায় যে, কাহার সাধ্য তাহাদিগকে সহসা বিচ্ছিন্ন করে।

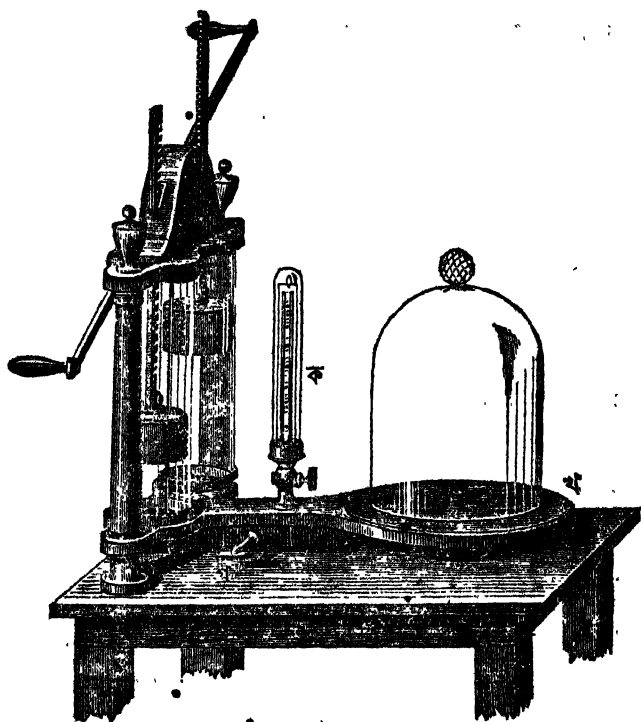
একটী গ্লাস জলপূর্ণ করিয়া তাহার মুখে এক খানি পুরু কাগজ বসাইয়া যদি তাহার উপর হাত রাখিয়া গ্লাসটী বিপর্য্যস্ত করা যায়, তাহা হইলে উহার মধ্যস্থিত জল পতিত হইবে না, বায়ু রাশির উৎক্ষেপক চাপে কাগজ ও তদুপরিস্থ জল যথাস্থানে থাকিবে।

১০৬। বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্র। যে যন্ত্র দ্বারা কোন পাত্র হইতে বায়ু নিষ্কাশন করিতে পারা যায়, তাহার নাম বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্র। পার্শ্বে একটী বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল।

একটী মসৃণ ধাতু-নির্ম্মিত আধার পাত্রের উপর প নামক একটী মসৃণ তলবিশিষ্ট কাচময় আবরণ পাত্র স্থাপিত আছে এবং আধার পাত্রের মধ্যস্থলে একটি ছিদ্র আছে। ঐ ছিদ্র একটী নল দ্বারা চ চোঙ্গের সহিত সংযুক্ত। নল ও চোঙ্গের সংযোগ স্থলে ক-নামক একটী কপাট আছে; এই কপাট ঊর্দ্ধ দিকে উদঘাটিত হয়, কিন্তু ইহাকে

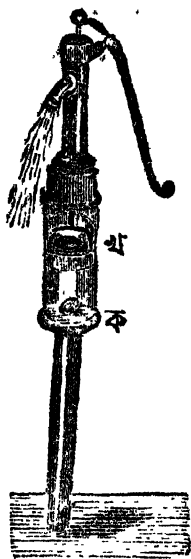
অধোদিকে উদ্ঘাটন করিতে পারা যায় না। চোঙ্গটার মধ্যে উহার গর্ভদেশের সমআয়তন একটী অর্গল আছে, এবং সেই অর্গলে খ নামক আর একটী কপাট আছে, সেটীও ঊর্দ্ধ দিকে বিমুক্ত হয়।

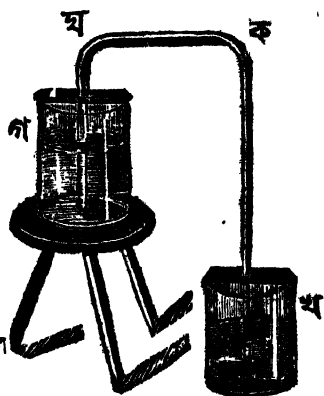
এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখ, অর্গলটী যদি চোঙ্গের তলায় পড়িয়া থাকে তাহা হইলে উহাকে তুলিবামাত্র ক-কপাটের ঊর্দ্ধদেশে শূন্যময় হইয়া উঠে। কিন্তু খ কপাট খুলিয়া উপরিস্থ বায়ু আসিয়া উক্ত শূন্য স্থান পূরণ করিতে পারে না, কেননা খ-কপাট কেবল ঊর্দ্ধদিকে উদ্ঘাটিত হয়। পরন্তু প-পাত্র হইতে নল দ্বারা বায়ু আসিয়া ক-কপাট খুলিয়া চোঙ্গের মধ্যে প্রবিষ্ট হয়। সুতরাং অর্গলটীকে যখন চোঙ্গের উপরিভাগ পর্য্যন্ত উঠান যায় তখন যে বায়ুটুকু কেবল প-পাত্র অধিকার করিয়াছিল তাহা প ও চ উভয় পাত্রে ব্যাপ্ত হয়। আবার অর্গল টীকে নামাইলে ক-কপাট বন্ধ ও খ কপাট খুলিয়া যায়, সুতরাং চোঙ্গের বায়ুও বহির্গত হইয়া যায়। এইরূপে অর্গলটীকে পুনঃ পুনঃ উঠাইলে নামাইলে প-পাত্র হইতে পুনঃ পুনঃ চোঙ্গের মধ্যে বায়ু প্রবিষ্ট হওয়াতে প-স্থিত বায়ু ক্রমশঃ অল্প হইয়া আইসে এবং অবশেষে যখন এরূপ বিরল ও লঘু হয় যে তদ্দ্বারা ক-কপাট আর উদ্ঘাটিত হয় না তখন আর প হইতে বায়ু নিষ্কাশন করিতে পারা যায় না। ফলতঃ বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্রদ্বারা পাত্রাদির বায়ুকে যারপরনাই বিরল করা যাইতে পারে, কিন্তু ইহাদ্বারা কোন পাত্রকে সম্পূর্ণ রূপে বায়ু শূন্য করিতে পারা যায় না।

* পর পৃষ্ঠার নিম্নে যে বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের প্রতিকৃতি প্রকা-

শিত হইল, তাহাতে দুইটী চোঙ্গ ও দুইটী অর্গল থাকাতে, তদ্দারা অপেক্ষাকৃত শীঘ্র শীঘ্র আবরণ পাত্রের বায়ু নিষ্কাশিত করিতে পারা যায়।

১০৭। জলোত্তোলন যন্ত্র। পার্শ্বে একটী জলোত্তোলন যন্ত্রের প্রতিরূপ প্রদত্ত হইল। এই যন্ত্রে চোঙ্গের নিম্নে একটী নল থাকে; সেই নলের অপর প্রান্ত জল মধ্যে নিবিষ্ট থাকে। চোঙ্গ ও নলের মধ্যে ক নামক একটী কপাট আছে এবং অর্গলটীতে খ নামক আর একটী কপাট আছে। এই উভয়

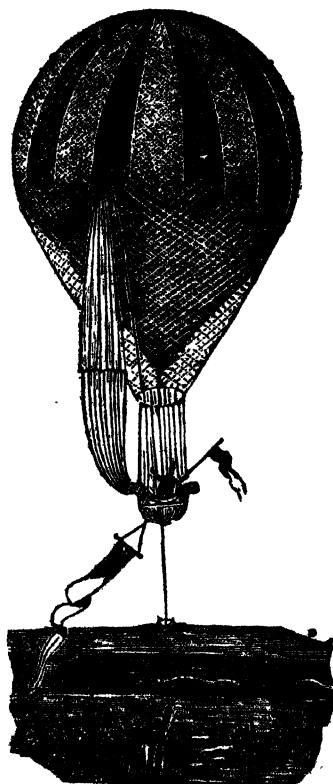
কপাটই ঊর্দ্ধ দিকে উদ্‌ঘাটিত হয়। ইহার কার্য্য প্রণালী বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের সদৃশ। যদি নল মধ্যে বায়ু থাকে তাহা হইলে অর্গলটীকে উঠাইবামাত্র নিম্নস্থ বায়ুর চাপে ক-কপাট খুলিয়া যায় এবং নলস্থ বায়ু চোঙ্গের মধ্যে প্রবেশ করে এবং অর্গলটীকে নামাইবামাত্র খ-কপাট খুলিয়া যায়, সুতরাং চোঙ্গের মধ্যস্থিত বায়ু ক্রমে ক্রমে বহির্গত হইয়া যায়। নিষ্কাশিত বায়ুর স্থান পূরণার্থ নলমধ্যে কিঞ্চিৎ জল উত্থিত হয়। পুনঃ পুনঃ অর্গলটীকে উঠাইলে নামাইলে অবশেষে চোঙ্গের মধ্যে

জল উত্থিত হয় এবং সেই জল খ-কপাট খুলিয়া ঊর্দ্ধে উঠে। যদি নলের উন্নতি ৩৩ ফুট অপেক্ষা অধিক না হয় তাহা হইলে চোঙ্গের মধ্যে জল উত্থিত হয়, কেননা বায়ু রাশির চাপ ৩৩ ফুট জলের ভার অপেক্ষা অধিক নহে।

১০৮। বক্রনালী যন্ত্র। এই যন্ত্র দ্বারা উচ্চস্থান হইতে জলাদি নিম্ন স্থানে নীত হয়। পার্শ্বে একটী বক্রনালী যন্ত্রের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। এই যন্ত্র একটী বক্রীভূত নল ব্যতীত আর কিছুই নহে, এই নিমিত্ত ইহা বক্রনালী বলিয়া অভিহিত হইয়াছে। ইহার একদিকের বাহু অপেক্ষা অপর দিকের বাহু দীর্ঘ হওয়া আবশ্যক। ইহাকে

জলাদিতে পূর্ণ করিয়া ক্ষুদ্র বাহুকে উচ্চস্থিত পাত্রে নিমজ্জিত করিতে হয় এবং যে পাত্রকে জলাদিতে পরিপূর্ণ করিতে হইবে, তন্মধ্যে দীর্ঘ ভুজের প্রান্ত ভাগ নিমগ্ন করিতে হয়। উচ্চস্থিত পাত্রের জলাদি ক্রমশঃ নল দ্বারা নিমগ্ন পাত্রের অভিমুখে প্রবাহিত হয়। ক্ষুদ্র বাহুর প্রান্তভাগ জলে মগ্ন করিয়া দীর্ঘ বাহুর প্রান্তে

মুখ প্রয়োগ করিয়া নলের মধ্যস্থিত বায়ু টানিয়া লইলেও এই রূপ প্রবাহ প্রবাহিত হয়। জলাদির পৃষ্ঠ দেশ হইতে ক্ষুদ্র বাহু ৩৩ ফুটের অধিক উচ্চ হইলে প্রবাহ উৎপন্ন হয় না, কেননা বায়ুর চাপ দ্বারা ৩৩ ফুট মাত্র জল সমুদ্ধৃত হইতে পারে।

১০৯। ব্যোমযান। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে, জল মধ্যে নিমজ্জিত হইলে দ্রব্যাদি যেরূপ সমায়তন সম্পন্ন স্থানান্তরিত জলের ভারের সমান বলে সমুদ্ভাসিত হইয়া থাকে, বায়ুরাশির মধ্যেও দ্রব্য সকল তাহাদের সমায়তন স্থানান্তরিত বায়ুর ভারের তুল্য বলে উদ্ভাসিত হইয়া থাকে। যেরূপ যে সকল বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব জলের আপেক্ষিক গুরুত্ব অপেক্ষা অধিক, তাহারা জল মধ্যে নিমজ্জিত হইলে নীচে পতিত হয়; যাহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব জলের আপেক্ষিক গুরুত্ব অপেক্ষা অল্প, তাহারা জলের উপরিভাগে ভাসিতে থাকে এবং যাহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব জলের আপেক্ষিক গুরুত্বের সমান তাহাদিগকে

জল মধ্যে যেখানে নিমজ্জিত করিয়া রাখিবে সেই স্থানেই স্থির হইয়া থাকে, তদ্রূপ যে সকল বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব বায়ুর আপেক্ষিক গুরুত্ব অপেক্ষা অধিক, তাহারা বায়ুরাশির অধোদেশে পতিত হয়; যাহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব বায়ুর আপেক্ষিক গুরুত্ব অপেক্ষা অল্প, তাহারা বায়ুরাশির ঊর্দ্ধদেশে উত্থিত হয় এবং যাহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব যেস্থানের বায়ুর আপেক্ষিক গুরুত্বের সমান, তাহারা সেই স্থানের বায়ুতে ভাসিতে থাকে—ঊর্দ্ধে উত্থিত হয় না নিম্নেও পতিত হয় না। জলের সমুত্তাসকতা গুণ নিবন্ধন যেরূপ অর্ণবযান সহকারে জলরাশি পার হইয়া এক দেশ হইতে দেশান্তরে অনায়াসে যাইতে পারা যায়; সেইরূপ বায়ুরাশির সমুত্তাসকতা গুণ বশতঃ ব্যোমযান সহকারে আকাশমার্গ অবলম্বন করিয়া একস্থান হইতে স্থানান্তরে গমন করিতে পারা যায়। পরন্তু বারিনৌবিদ্যার সবিশেষ উন্নতি হওয়াতে যেরূপ নৌকাদিকে যে দিকে ইচ্ছা সেই দিকে লইয়া যাইতে পারা যায়, বায়ুনৌবিদ্যার তাদৃশ উন্নতি না হওয়াতে ব্যোমযানকে যে দিকে ইচ্ছা সেই দিকে লইয়া যাইতে পারা যায় না। পূর্ব্বকালে এতদ্দেশে ব্যোমযানের প্রচুর ব্যবহার ছিল এবং ব্যোমযান সহকারে প্রাচীন আর্য্যগণ যেখানে ইচ্ছা সেখানে অনায়াসে গমনাগমন করিতে পারিতেন তাহার ভূরি ভূরি প্রমাণ প্রাপ্ত হওয়া যায়। কিন্তু যে বিদ্যা প্রভাবে তাঁহারা ব্যোমযানকে ইচ্ছা মত দিকে চালাইতে পারিতেন তাহা এক্ষণে লুপ্ত হইয়াছে। পশ্চিম খণ্ডবাসী শিল্প বিজ্ঞান বিশারদ পণ্ডিতগণ ব্যোমযানকে যেদিকে ইচ্ছা সেই দিকে চালাইবার জন্য যথেষ্ট যত্ন

করিতেছেন কিন্তু এ পর্য্যন্ত কেহ সম্যক্ কৃতকার্য্য হইতে পারেন নাই।

কাগজ কি রেশম দিয়া সচরাচর বেলুন বা ব্যোমযান নির্ম্মাণ করিয়া থাকে। উষ্ণ বায়ু সামান্য বায়ু অপেক্ষা লঘু, একারণ কোন বেলুন উষ্ণ বায়ুপূর্ণ হইলে ঊর্দ্ধে উঠিতে থাকে। বালকেরা যে বেলুন উড়াইয়া থাকে তাহার মধ্যে দীপাগ্নি

জলিতে থাকায় তন্মধ্যস্থিত বায়ু উষ্ণ হইয়া চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ু অপেক্ষা লঘু হয়। বৃহৎ বৃহৎ ব্যোমযান এইরূপ প্রণালীতে উষ্ণ বায়ু দ্বারাও উড়াইতে পারা যায়। অজনক বায়ু আর্দ্রভৌমিক প্রভৃতি যে সকল বায়বীয় পদার্থ বায়ুরাশি অপেক্ষা লঘু, তদ্দ্বারা বেলুন যন্ত্র উড়াইয়া থাকে। এক্ষণে বৃহৎ বৃহৎ বেলুন উড়াইতে হইলে পাথুরিয়া কয়লা বিনিঃসৃত কোলগ্যাস নামক যে বায়বীয় পদার্থ দ্বারা মহানগরাদি রাত্রিকালে আলোকিত করা হইয়া থাকে তাহাই ব্যবহৃত হয়। এই কোলগ্যাস বায়ুরাশি অপেক্ষা লঘু। সুতরাং কোন বেলুনের মধ্যে কোলগ্যাস পূর্ণ থাকিলে উহা বায়ুরাশির ঊর্দ্ধদেশে উত্থিত হইতে পারে। যদি উহাতে একখানি বেত্রাদি নল নির্ম্মিত ক্ষুদ্র নৌকা সংযুক্ত করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে নৌকা ও নৌকাস্থ লোকজন দ্রব্যাদি লইয়া ঊর্দ্ধদেশে উত্থিত হয়। নিম্নস্থ বায়ু অপেক্ষা উপরিস্থ বায়ু ক্রমশঃ লঘু, এই নিমিত্ত যতদূর উঠিলে বেলুনের ভার স্থানান্তরিত ঊর্দ্ধদেশস্থিত লঘু বায়ুর ভারের সমান হয়, সেই পর্য্যন্ত উঠিয়া আর ঊর্দ্ধে উত্থিত হয় না। উপরে যে দিকে বাতাস বহিতে থাকে বেলুনও সেই দিকে চলিয়া যায়। বেলুনের অন্তর্গত লঘু বায়ু কিয়ৎ পরিমাণে বাহির করিয়া দিলে বেলুন নিম্নগামী হয় আর বেলুন সংযুক্ত নৌকাস্থিত ভারী দ্রব্য ফেলিয়া দিলে বেলুন ঊর্দ্ধগামী হয়। ফলতঃ ব্যোমযানারোহীরা ইচ্ছামত ঊর্দ্ধে উঠিতে ও নিম্নে অবতরণ করিতে কিয়ৎ পরিমাণে সক্ষম বটেন কিন্তু ইচ্ছামত একদেশ হইতে অন্য দেশে যাইতে পারেন না। বায়ুপ্রবাহ তাঁহাদিগকে যে দিকে লইয়া যায় তাঁহারা সেই দিকে যান।

ষষ্ঠ অধ্যায়।

শব্দ।

১১০। শব্দ, ব্যক্ত ও অব্যক্ত ধ্বনি, মধুর ও কঠোর ধ্বনি। শ্রবণেন্দ্রিয় দ্বারা জড় পদার্থ সম্বন্ধীয় যে জ্ঞান লাভ হয় তাহার নাম শব্দ। এস্থানে শব্দ পদটী দ্বারা ধ্বনি মাত্রই বুঝিতে হইবে। যে সকল ধ্বনির অর্থ আছে, আর যাহার অর্থ নাই, যাহা বর্ণদ্বারা প্রকাশিত হইতে পারে ও যাহা বর্ণ দ্বারা প্রকাশিত হয় না, তৎসমুদয়ই এই শব্দ পদ বাচ্য। ব্যক্ত ও অব্যক্ত ভেদে শব্দ দ্বিবিধ। মানবগণের কণ্ঠ, তালু প্রভৃতি অভিঘাতে যে নাদ বা ধ্বনি উৎপন্ন হয়, তাহাকে আহত বা ব্যক্ত এবং তদ্ভিন্ন বস্তুর অভিঘাতে যে নাদ বা ধ্বনি উৎপন্ন হয়, তাহাকে অনাহত বা অব্যক্ত ধ্বনি বলা যায়। সঙ্গীত-শাস্ত্রবেত্তারা আবার এই উভয়বিধ নাদকে মধুর ও কঠোর এই দুই ভাগে বিভক্ত করেন। নিয়মিত কালের মধ্যে নির্দিষ্ট সংখ্যক অণুরণণ পরম্পরা দ্বারা মানব কণ্ঠে উচ্চার্য্য কি অনু-করণ যোগ্য যে স্নিগ্ধ ও রঞ্জন ধ্বনি উৎপন্ন হয় তাহাকে মধুর ধ্বনি বা সঙ্গীত ধ্বনি এবং অনিয়মিত অণুরণণ পরম্পরা দ্বারা মাধুর্য্য গুণ শূন্য যে কর্কশ শব্দ উৎপন্ন হয়, তাঁহারা তাহাকে কঠোর ধ্বনি বলেন।

১১১। শব্দের উৎপত্তি। জড় দ্রব্যের অণু সকলের এক প্রকার আন্দোলন বশতঃ শব্দ উৎপন্ন হয়। যখন কোন দ্রব্য হইতে শব্দ উৎপন্ন হইতে থাকে, তখন উহার অণু সকল বিকম্পিত হইতে থাকে। সেতার প্রভৃতি যন্ত্রের তন্ত্রী যখন বাদিত হয়, তখন উহার অণু সকল আন্দোলিত হয়। প্রদত্ত চিত্রে

কখ তারটী ক ও খ প্রান্তে দৃঢ়রূপে আবদ্ধ। যখন এই তারটী বাদিত হয় কি উহাকে গ বিন্দুতে ধরিয়া ঘ বিন্দু পর্যান্ত টানিয়া ছাড়িয়া দেওয়া যায়, তখন উহার অণু সকল কিয়ৎক্ষণ আন্দোলিত হইয়া অবশেষে স্থির ভাবাপন্ন হয়। এই আন্দোলনের সময় তারটী যদি গ হইতে ঘ বিন্দু পর্য্যন্ত যায়, তাহা হইলে তৎপরে গ হইতে ঘ বিন্দু যত দূর ঠিক তত দূরে অপরদিকে চ বিন্দু পর্য্যন্ত যায়। তৎপরে ক্রমশঃ উহার আন্দোলনের বেগ হ্রাস হয় ও আন্দোলনের উত্থান অর্থাৎ উন্নতি ও অবনতি অল্প হইয়া অবশেষে তারটী সাম্য ভাব ধারণ করে। যতক্ষণ তারটী আন্দোলিত হয় ততক্ষণ উহা হইতে শব্দ উৎপন্ন হয় আর আন্দোলন শেষ হইবা মাত্র উহা হইতে আর শব্দ উত্থিত হয় না।

১১২। শব্দকর ও শব্দায়মান দ্রব্য। যে বস্তু হইতে শব্দ উৎপন্ন হয়, তাহাকে শব্দকর পদার্থ বলে। যখন কোন বস্তু হইতে শব্দ উৎপন্ন হইতে থাকে তখন উহাকে শব্দায়মান দ্রব্য বলা যায়। শব্দায়মান দ্রব্যের অণু সকল যে আন্দোলিত হয়,

ইহা সকল স্থলে দেখিতে পাওয়া যায় না। কিন্তু উহারা যে আন্দোলিত হয়, ইহা কোন কোন স্থানে প্রমাণ করা যাইতে পারে। কোন ধাতু নির্ম্মিত থালার উপর বালুকা রাখিয়া এক প্রান্তে বেহালার ছড় দিয়া যদি উহা বাদিত করা যায়, তাহা হইলে বালুকা কণা গুলি কম্পিত হইতেছে, ইহা স্পষ্ট দেখা যাইবে। যদি থালার অণুগুলি কম্পিত না হইত, তাহা হইলে বালুকা কণা গুলি কখন কম্পিত হইত না। অতএব স্বীকার করিতে হইবে, শব্দায়মান দ্রব্য সকলের অণু সমূহ কম্পিত হয়। ফলতঃ জড়দ্রব্যের অণু সকল বিকম্পিত হইলে শব্দ উৎপন্ন হয়।

কোন দ্রব্যের অণু সকল আন্দোলিত হইলেই যে, আমাদের শব্দ জ্ঞান হয় এমত নহে। শব্দায়মান দ্রব্যের অণু সকলের আন্দোলনে তৎসন্নিহিত বায়ু রাশিতে এক প্রকার তরঙ্গ উৎপন্ন হয় এবং সেই তরঙ্গ আসিয়া কর্ণপটহে আঘাত করিলে শ্রবণেন্দ্রিয় দ্বারা শব্দ জ্ঞান হয়। কি মানব কণ্ঠ সমুত্থিত অর্থ সংযুক্ত সুস্পষ্ট বাক্য, কি পশুপক্ষী কণ্ঠ বিনিঃসৃত অর্থবিরহিত অব্যক্ত ধ্বনি, কি জীমূতরাজী সম্ভূত গভীর বজ্রনির্ঘোষ, কি ভূগর্ভ সমুৎপন্ন ভূকম্পকালীন ভয়ঙ্কর নিনাদ, কি প্রকাণ্ড ২ মহীরুহ ভগ্নকারী বেগবান্ প্রভঞ্জনের ভীষণ নিঃস্বন, কি বায়ুরুদ্বেজিত মহাসমুদ্রের করালতম কল্লোল কোলাহল, কি সুস্বাদু সলিল শালিনী প্রবাহিণী কল্লোলিনী গণের কল কল রব, কি সুমন্দ বায়ুবীজিত বিটপীশ্রেণীর শন্ শন্ নিঃস্বন, কি বসন্তকালসুলভ হৃদয়প্রফুল্লকর কোকিল কাকলী, কি বীণাপাণিপ্রিয় বীণা যন্ত্রের চিত্ত বিমুগ্ধকর মধুর

নিক্বণ, কি সঙ্গীতনিপুণ সুস্বর সম্পন্ন জনগণের রসভাব সমন্বিত মধুময় গীতধ্বনি, কি বাগ্জালরচনা নিপুণ বাগ্মী ব্যক্তির হৃদয়োন্মত্তকারী বাক্যাবলী, কি ধর্ম্মনিষ্ঠ সদ্গুরুর সদুপদেশপূর্ণ শান্তিপ্রদ জ্ঞানগর্ভ হিতকর কথা, কি বেদপারগ ব্রহ্মপরায়ণ ব্রাহ্মণ গণের সুললিত বেদধ্বনি সকলই তরঙ্গায়িত বায়ুরাশির বীচিমালা দ্বারা শ্রবণেন্দ্রিয় সমীপে নীত হয়।

এক্ষণে দৃষ্ট হইতেছে, শব্দায়মান দ্রব্যের অণু সকলের কম্পনে ঐ দ্রব্যের চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ু তরঙ্গায়িত হইয়া কর্ণ পটহে আঘাত করিলে শব্দ জ্ঞান হয়। যে বস্তু হইতে শব্দ উৎপন্ন হয়, তাহার অণুদিগের কম্পনে প্রথমতঃ তৎসংস্পৃষ্ট বায়ু কণা সকল কম্পিত হয়, সেই বায়বীয় কণাদিগের বিকম্পনে আবার তৎসন্নিহিত বায়ুকণা সকল কম্পিত হয়, এইরূপে অবশেষে যখন কর্ণপটহ সন্নিহিত বায়ু বিকম্পিত হইয়া উহাকে আঘাত করে তখন মনোনিবেশ করিলে শব্দের উপলব্ধি হয়। শব্দায়মান দ্রব্য ও কর্ণপটহ এতদুভয়ের অন্তর্গত স্থানে যে বায়ু থাকে তন্মধ্য দিয়া একটী শব্দ তরঙ্গ চলিয়া যায়, বায়ু কণা সকল আন্দোলিত হয় বটে, কিন্তু স্থানচ্যুত হয় না। সরসীবক্ষে উপলখণ্ড বিনিক্ষিপ্ত হইলে যেরূপ তরঙ্গ মালা উৎপন্ন হইয়া থাকে, কোন দ্রব্য শব্দিত হইলে তৎসন্নিহিত বায়ু রাশিতে সেইরূপ বীচীমালা উৎপন্ন হয়। জল আন্দোলিত হইলে যেরূপ যেখানকার জল সেই খানেই একবার ঊর্দ্ধে উঠে ও একবার নিম্নে নামিয়া তরঙ্গাকার ধারণ করে, বায়ুরাশিতে তরঙ্গ উৎপন্ন হইলেও সেইরূপ হইয়া থাকে। একগাছি রজ্জুর এক প্রান্ত কোন

প্রান্তকে আবদ্ধ করিয়া উহার অপর প্রান্ত টানিয়া ধরিয়া ঝাড়া দিলে উহাতে তরঙ্গ সঞ্জাত হয়। কঠিনবস্তু তরঙ্গান্বিত হইলে উহার অণু সকল যেরূপ স্থান ভ্রষ্ট হয় না, তরল ও বায়বীয় দ্রব্যে তরঙ্গ উৎপন্ন হইলেও সেইরূপ তাহাদের অণু সকল একেবারে স্থানচ্যুত হয় না। ফলতঃ বায়ুমধ্যে শব্দজনিত তরঙ্গ উৎপন্ন হইলে উহার অণুসকল আন্দোলিত হয়। কিন্তু শব্দায়মান দ্রব্য সন্নিহিত বায়ুকণা সকল কর্ণ বিবরে যাইয়া প্রবেশ করে, এমত নহে।

১১৩। শব্দপরিচালন। বায়ু দ্বারা শব্দ পরিচালিত হয়, ইহা অনায়াসে পরীক্ষা করিয়া দেখা যাইতে পারে। বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্রসহকারে পার্শ্বস্থ চিত্রের অণুরূপ কোন পাত্রমধ্যস্থ বায়ু নিষ্কাশন করিতে করিতে যদি তন্মধ্যস্থ ঘণ্টা বাজান যায়, তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে, অভ্যন্তরস্থ বায়ু যত নিষ্কাশিত হয়, ঘণ্টার শব্দও ততই মন্দীভূত হইয়া আইসে এবং অবশেষে যখন পাত্রটী প্রায় বায়ু শূন্য হইয়া আইসে

তখন আর শব্দ শুনা যায় না। আবার তৎপরে উহার অভ্যন্তরে যতই বায়ুর পুনঃ প্রবেশ হয়, ততই শব্দের আধিক্য হইতে দেখা যায়। সামান্য বায়ুর পরিবর্ত্তে অঙ্গনকাদি বায়ু পূর্ণ করিলেও শব্দ শুনা যায়। অতএব স্বীকার করিতে হইবে সামান্য বায়ু দ্বারাই যে কেবল শব্দ পরিচালিত হয়, এমত নহে। ফলতঃ কি কঠিন, কি তরল, কি বায়বীয় সকল প্রকার দ্রব্যই কিছু না কিছু শব্দ পরিচালক। জলমধ্যে থাকিয়া ডুবুরীরা উপরের শব্দ

শুনিতে পায়। ইচ্ছা করিলে দুইজনে জলমধ্যে মুখে হাত দিয়া কথাবার্ত্তা কহিতে পারে। বৃহৎ বৃহৎ কাষ্ঠখণ্ডের এক প্রান্তে অঙ্গুলীদ্বারা আঘাত করিলে অপর প্রান্তে সেই আঘাত জনিত শব্দ শ্রুত হয়। বায়ু অপেক্ষাও কাষ্ঠের শব্দ পরিচালকতা গুণ অধিক। কপাটের উপর হাত দিয়া ধীরে ধীরে আঘাত করিলে সেই আঘাত জনিত শব্দ বায়ু দ্বারা পরিবাহিত হইয়া আসিলে যেরূপ শুনা যায়, কাষ্ঠের উপর কর্ণ স্থাপন করিয়া শুনিলে তদপেক্ষা অধিক বলিয়া বোধ হয়। পৃথিবী দ্বারা, শব্দ পরিচালিত হইয়া থাকে। রাত্রিকালে মাটীতে কাণ পাতিয়া দূরস্থিত অশ্বাদির পদধ্বনি শুনিতে পাওয়া যায়।

১১৪। শব্দের বেগ। পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত হইয়াছে বায়ু রাশির মধ্যদিয়া শব্দ তরঙ্গ প্রতি সেকেণ্ডে ১,১১৮ ফুট যায়। ১, ১১৮ ফুট দূরে কোন বস্তু শব্দিত হইলে সেই শব্দ এক সেকেণ্ড পরে আমরা শুনিতে পাই। ২, ২৩৬ ফুট দূরে শব্দ হইলে দুই সেকেণ্ডে ৩,৩৫৪ ফুট দূরে শব্দ হইলে তিন সেকেণ্ড পরে শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়, ইত্যাদি। বায়ু অপেক্ষা জলে শব্দের বেগ অধিক। জল মধ্যে শব্দ তরঙ্গ প্রতি সেকেণ্ডে ৪, ৭০৮ করিয়া চলে। কোন কোন কঠিন পদার্থের শব্দ পরিচালকতা গুণ ইহা অপেক্ষাও অধিক। লৌহ দ্বারা শব্দ প্রতি সেকেণ্ড ১৬৮০০ ফুট, তাম্র দ্বারা ১১৬০০ ফুট ও কোন কোন কাষ্ঠদ্বারা ১৫০০০ ফুট দূরে নীত হইয়া থাকে।

১১৫। শব্দ পরিচালন বিষয়ক নিয়ম। শ্রোতার কর্ণ হইতে শব্দায়মান দ্রব্যের দূরত্বের বর্গানুসারে শব্দের হ্রাস হইয়া থাকে। ২০ গজ পরিমিত দূরে কোন ঘণ্টা বাজাইলে

যেরূপ শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়, ১০ গজ দূরে ঐ ঘণ্টা সেইরূপ বাজাইলে তাহার চতুর্গুণ শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়। ১০ গজ দূরে কোন ঘণ্টা বাজাইলে যেরূপ শব্দ হয়, ২০ গজ দূরে তদ্রূপ ৪টি ঘণ্টা না বাজাইলে সেইরূপ শব্দ হয় না। অতএব দৃষ্ট হইতেছে, দূরত্ব দ্বিগুণ হইলে শব্দের পরিমাণ চতুর্গুণ হ্রাস হয়। ফলতঃ দূরত্বের বর্গানুসারে শব্দের হ্রাস হইয়া থাকে।

শব্দায়মান দ্রব্যের অণু সকল আন্দোলনের উত্থানের তারতম্যানুসারে শব্দের তারতম্য হয়। যে সকল বস্তু অধিক আন্দোলিত হয়, তাহাদের শব্দ অধিক হইয়া থাকে। আর আন্দোলন কালে যাহার অণু যত অল্প উন্নত ও অবনত হয়, তাহার শব্দ তত অল্প হয়।

শব্দবহ বায়ুর ঘনত্ব যত অধিক হয়, শব্দের আধিক্যও তত অধিক হয়। পর্ব্বতাদির উপরিস্থ বায়ু নিম্নস্থ বায়ুর ন্যায় ঘন নহে, একারণ উচ্চস্থানে অনেক সময়ে উচ্চৈঃস্বরে কথা না কহিলে শুনিতে পাওয়া যায় না।

শব্দায়মান দ্রব্যের দিক হইতে শ্রোতার অভিমুখে যখন বাতাস প্রবাহিত হয়, তখন উহার শব্দ যেরূপ শুনিতে পাওয়া যায়; তদ্বিপরীতাভিমুখে বায়ু প্রবাহিত হইলে সেরূপ শুনিতে পাওয়া যায় না। গ্রীষ্মকালে যখন দক্ষিণানিল প্রবাহিত হইতে থাকে; তখন কলিকাতার দুর্গে তোপধ্বনি হইলে দুর্গের উত্তর দিগস্থ নগর বাসীগণ যেরূপ শব্দ শুনিতে পান, শীতকালেউত্তর সমীরণ প্রবাহিত হইবার সময় সেরূপ শুনিতে পান না, ইহা অনেকেই অবগত আছেন।

১১৬। প্রতিধ্বনি। কোন প্রাচীর অট্টালিকা, কি

পর্ব্বতাদি প্রতিবন্ধক দ্বারা আহত হইয়া শব্দ তরঙ্গ প্রত্যাবৃত্ত হইলে প্রতিধ্বনি উৎপন্ন হয়। কোন কোন শব্দ ৫৫ ফুট দূরে প্রতিবন্ধক পাইয়া প্রতি গমন করিলে প্রতিধ্বনি হয়। কিন্তু মনুষ্য কণ্ঠ বিনির্গত বাক্ধ্বনি ১১২ ফুট দূরে প্রতিবন্ধক পাইয়া যখন প্রতিফলিত হয়, তখনই সুস্পষ্ট প্রতিধ্বনি শ্রুতিগোচর হইয়া থাকে। কখন কখন এক শব্দ দুইটী সমান্তরাল পদার্থ দ্বারা বারম্বার প্রতিফলিত হইয়া বারম্বার প্রতিধ্বনিত হইয়া থাকে।

সপ্তম অধ্যায়।

তাপ।

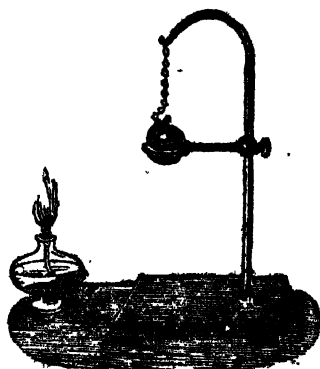
প্রথম পরিচ্ছেদ।

তাপ—উষ্ণতা—তাপের কার্য্য।

১১৭। তাপ। প্রাচীন পণ্ডিতগণ বলিতেন যাহার উষ্ণস্পর্শ আছে তাহার নাম তেজ। পূর্ব্বতন ইউরোপীয় পণ্ডিতগণ ইহাকে এক প্রকার অতি সূক্ষ্ম পদার্থ বলিয়া মনে করিতেন; কিন্তু নব্যেরা বলেন তাপ স্বতন্ত্র পদার্থ নহে। তাঁহারা সপ্রমাণ করিয়াছেন, জড়াত্মক অণুসমূহের কম্পনই তাপ। তাঁহাদের মতে, জড় পদার্থের পরমাণু সকল ঈথার বা আকাশ নামক যে একপ্রকার বিশ্বব্যাপী সূক্ষ্ম পদার্থে পরিবেষ্টিত, তাহারই আন্দোলনে জড় দ্রব্যের অণুসকল আন্দোলিত হইলে তাপ উৎপন্ন হয়।

১১৮। উষ্ণতা ও শৈত্য। উষ্ণতা ও শৈত্যে কোন বিশেষ প্রভেদ নাই। এক বস্তুর সহিত তুলনায় যাহাকে উষ্ণ বলিয়া বোধ হয় অন্য এক বস্তুর সহিত তুলনা করিলে তাহাকেই আবার শীতল বলিয়া জ্ঞান হয়। এক হস্ত অত্যুষ্ণ জলে ও অন্য হস্ত অত্যন্ত হিম জলে নিমগ্ন করিয়া পরে যদি উভয় হস্তই নাতি-শীতোষ্ণ জলে নিমজ্জিত করা যায়, তাহাহইলে যে হস্ত উষ্ণ জলে নিমজ্জিত হইয়াছিল তদ্দ্বারা শৈত্যের,

আর যে হস্ত হিম জলে নিমজ্জিত হইয়াছিল তদ্দ্বারা উষ্ণতার অনুভব হয়।

১১৯। তাপ নিবন্ধন জড় বস্তুর প্রসারণ। তাপনিবন্ধন জড় দ্রব্যের পরমাণু সকল পরস্পরকে দূরীকৃত করে, এই নিমিত্ত তাপ সমাগমে দ্রব্যাদি প্রসারিত হয়। উত্তপ্ত হইলে কঠিন দ্রব্য অপেক্ষা তরল এবং তরল দ্রব্য অপেক্ষা বায়বীয় দ্রব্য সকল অপেক্ষাকৃত অধিক বিস্তৃত হয়। অত্যন্ত উত্তপ্ত

হইলে কঠিন দ্রব্য দ্রব ও দ্রব দ্রব্য বাষ্প হইয়া যায়। কঠিন দ্রব্য সকল উত্তপ্ত হইলে প্রসারিত হয়; এই নিমিত্ত রেলের রাস্তা নির্ম্মাণ করিবার সময়ে রেলগুলির মধ্যে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ ফাঁক রাখিয়া থাকে। প্রদত্ত চিত্রের অনুরূপ যন্ত্রদ্বারা পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে, কোন শীতল লৌহদণ্ড যে ছিদ্র মধ্যে অনায়াসে প্রবিষ্ট হয়, উত্তপ্ত হইলে আর তাহাতে প্রবেশ করিতে পারে না।

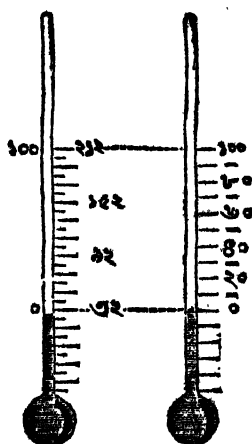
যে সকল কঠিন পদার্থ তাপ সমাগমে বিশ্লিষ্ট না হয়, তাহাদিগকে উত্তপ্ত করিলে ক্রমে ক্রমে কোমল হইয়া আইসে এবং অবশেষে তরল হইয়া যায়। কঠিন দ্রব্যের ন্যায় দ্রব দ্রব্য সকলও উত্তপ্ত হইলে প্রসারিত হয়; এই নিমিত্ত জলপূর্ণ পাত্রে তাপ দিলে তাহা হইতে জল উচ্ছলিত হইয়া পড়ে।

বায়বীয় বস্তু সকল তাপ পাইলে বিলক্ষণ প্রসারিত হয়। যদি কোন বায়ুপূর্ণ চর্ম্ম-মশকের মুখবন্ধ করিয়া তাহাতে তাপ দেওয়া যায় তাহা হইলে উহা অমনি স্ফীত হইয়া উঠে। সমান তাপ প্রাপ্ত হইলেও সকল প্রকার কঠিন ও তরল দ্রব্য সমান পরিমাণে প্রসারিত হয় না, কিন্তু যাবতীয় বায়বীয় বস্তুই সমান তাপ প্রাপ্ত হইলে প্রায় সমান পরিমাণে বিস্তৃত হয়।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

তাপমানযন্ত্র।

১২০। তাপমান। যে যন্ত্র দ্বারা উষ্ণতার পরিমাণ নিরূপণ করিতে পারা যায়, তাহার নাম তাপমান যন্ত্র। সচরাচর যে তাপমান যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহা একটী পারদপূরিত কন্দসমন্বিত সূক্ষ্ম ও সমচ্ছিদ্রসম্পন্ন কাচনালী মাত্র। ইহার কন্দ ও নলের কিয়দংশ পারদপূর্ণ থাকে। উষ্ণতার হ্রাস বৃদ্ধি বশতঃ যন্ত্রের অন্তর্গত পারদের সঙ্কোচ ও বিস্তৃতি হইয়া থাকে। দ্রবমাণ তুষার বা তুষার-হিমজলে নিমজ্জিত হইলে যে অঙ্ক পর্য্যন্ত পারদ নামিয়া পড়ে, তাহার নাম দ্রবণাঙ্ক, আর ফুটন্ত জলে অথবা তন্নিঃসৃত বাষ্প মধ্যে নিমজ্জিত হইলে উহা যে অঙ্ক পর্য্যন্ত উত্থিত হয়, তাহারই নাম স্ফুটনাঙ্ক। এই দুই অঙ্কের অন্তর্গত স্থানকে কেহ বা ১৮০, কেহ বা ১০০ ও কেহ বা ৮০ সমান অংশে বিভাগ করিয়া উষ্ণতার অংশসূচক চিহ্ন সকল অঙ্কিত করেন।

ইংলণ্ড দেশে প্রথম প্রকার পরিমাণ প্রচলিত। ফারেণ-হীট নামক এক জন ওলন্দাজ পণ্ডিত ইহার সৃষ্টিকর্ত্তা, এই নিমিত্ত ইহাকে ফারেণহীটের তাপমান বলে। ফারেণহীটের দ্রবণাঙ্ক ৩২ ও ফুটনাঙ্ক ২১২ এবং এই দুই অঙ্কের অন্তর্গত স্থান ১৮০ সমান অংশে বিভক্ত। দ্রবণাঙ্কের ৩২ অংশ নিম্নে ইহার শূন্য। ফরাসীদেশে দ্বিতীয় প্রকার পরিমাণ প্রচলিত; ইহার দ্রবণাঙ্ক ০° এবং ফুটনাঙ্ক ১০০° এবং এই দুই অঙ্কের অন্তর্গত স্থান ১০০ সমান অংশে বিভক্ত। তৃতীয় প্রকার পরিমাণ রুষরাজ্যে প্রচলিত। রিওমার নামক এক ব্যক্তি ইহার প্রথম প্রচার করেন। ইহার দ্রবণাঙ্ক ০° এবং ফুটনাঙ্ক ৮০° এবং এই দুই অঙ্কের অন্তর্গত স্থান ৮০ সমান অংশে বিভক্ত।

অতএব দৃষ্ট হইতেছে যে পরিমাণ উষ্ণতা নিবন্ধন তুষার-হিম জল ফুটিয়া উঠে, তাহারই ১৮০, ১০০ অথবা ৮০ ভাগের এক ভাগকে একক স্বরূপে ধরিয়া উষ্ণতার পরিমাণ প্রকাশিত হয়। তুষার-হিমজল যত উষ্ণ হইলে ফুটিয়া উঠে, তত উষ্ণ হইলে ফারেণহীট, শতাংশিক ও রিওমারের মানদণ্ড সমন্বিত যন্ত্র-ত্রয়ের অন্তর্গত পারা যথাক্রমে ৩২, ০ ও ০ হইতে ২১২, ১০০ ও ৮০ চিহ্ন পর্য্যন্ত উত্থিত হয়।

উষ্ণতার অংশ সকল লিখিয়া প্রকাশ করিতে হইলে,

তাহাদিগের সংখ্যার দক্ষিণে কিঞ্চিৎ ঊর্দ্ধে এক একটী ক্ষুদ্র শূন্য দিতে হয় এবং শতাংশিক, ফারেণহীট কি রিওমার, যে পরিমাণ প্রণালীর অংশ তাহার নামের আদ্যক্ষর লিখিতে হয়। যথা ১৭° শ, ৬০° ফা, ১২° রি; অর্থাৎ শতাংশিকের ১৭, ফারেণহীটের ৬০ ও রিওমারের ১২ অংশ,

শূন্যের নিম্নস্থ কোন অংশ লিখিতে হইলে ঋণ চিহ্ন দিতে হয়, যথা—১৫° শ অর্থাৎ শতাংশিক তাপমানের শূন্যের ১৫ অংশ নিম্নে।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

তাপনিবন্ধন জড়বস্তুর অবস্থান্তরোৎপত্তি।

১২১। উত্তাপ বশতঃ কঠিন দ্রব্য দ্রব হয়। পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে, সমধিক উত্তপ্ত হইলে কঠিন বস্তু সকল দ্রব হইয়া যায়। কাষ্ঠ, কাগজ, পশম প্রভৃতি কতকগুলি দ্রব্যকে দ্রব করিতে পারা যায় না, উষ্ণ করিলে ইহাদের উপাদান সকল পৃথগ্‌ভূত হইয়া পড়ে। অনেকে মনে করেন, অঙ্গারাদি কতিপয় দ্রব্যকে কখনই দ্রব করিতে পারা যাইবে না; কিন্তু আমাদের বিবেচনায় এ সিদ্ধান্তটী যুক্তি সঙ্গত বলিয়া বোধ হয় না। অঙ্গারকে কোমলাবস্থায় পরিণত করা হইয়াছে এবং কালক্রমে ইহাকে দ্রবীভূত করিতে পারা যাইবে, ইহা কোন ক্রমেই অসম্ভব বোধ হয় না। দ্রব্য মাত্রই এক একটী নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ উষ্ণতায় দ্রব হয়।

০° শ উষ্ণতায় বরফ দ্রব হইয়া জল হয়। সকল দেশেই ও সকল সময়ে ০° শ অথবা ৩২° ফা পরিমাণ উষ্ণতায় বরফ গলিয়া জল হয়। দ্রব্যাদির উপর যত অধিক চাপ প্রয়োগ করা যায়, তাহাদিগকে দ্রব করিতে তত অধিক উষ্ণ করিতে হয়। বায়ু বিজ্ঞান প্রকরণে উক্ত হইয়াছে, ভূতলস্থ দ্রব্য সকল বায়ুরাশির চাপে সমাক্রান্ত। সাগর পৃষ্ঠে বায়ু রাশির চাপ প্রায় ৩০ ইঞ্চি পারার সমান। ৩০ ইঞ্চি চাপে ০° শ উষ্ণতায় বরফ দ্রব হয়, কিন্তু অধিক চাপ প্রযুক্ত হইলে সমধিক উষ্ণ না করিলে দ্রব হয় না।

দ্রবমান বস্তুতে যত তাপ প্রয়োগ করা যাউক না কেন, কিছুতেই তাহার উষ্ণতার বৃদ্ধি হয় না। আরও দেখিতে পাওয়া যায় যে দ্রবমাণ দ্রব্য ও তদুৎপন্ন দ্রব্যের উষ্ণতা সমান। ০° শ অথবা ৩২° ফা পরিমাণে উষ্ণ হইলে পর বরফে যে তাপ প্রয়োগ করা যায়, তদ্দ্বারা উহার উষ্ণতার বৃদ্ধি হয় না; কিন্তু ঐ তাপের প্রভাবে বরফ দ্রব হইতে থাকে। দ্রবমাণ তুষার হইতে যে জল উৎপন্ন হয় তাহারও উষ্ণতা ঠিক ০° শ অথবা ৩২° ফা। অতএব দৃষ্ট হইতেছে, ০° শ বরফকে ০° শ জলে পরিণত করিলে কিয়ৎ পরিমাণ তেজ অন্তর্হিত হয়। এই অন্তর্হিত তেজকে জলের অন্ত-র্গত অপ্রত্যক্ষ-প্রচ্ছন্ন ও গূঢ় তেজ বলা যায়। ৮০° শ প্রমাণ উষ্ণ ১ সের জলের সহিত ০° শ প্রমাণ উষ্ণ ১সের জল মিশ্রিত করিলে ৪০° শ প্রমাণ উষ্ণ ২ সের জল হয়। কিন্তু ৮০° শ প্রমাণ উষ্ণ ১ সের জলের সহিত ০° শ প্রমাণ উষ্ণ ১ সের তুষার চূর্ণ মিশ্রিত করিলে ০° শ প্রমাণ উষ্ণ ২ সের জল হয়।

সুতরাং প্রতীয়মান হইতেছে, ০° শ প্রমাণ এক সের বরফ দ্রব হইয়া ০° শ প্রমাণ উষ্ণ এক সের জল হইলে যে তেজ অন্তর্হিত হয় তদ্দ্বারা ১ সের জলের উষ্ণতা ৮০° শ অংশ বৃদ্ধি করা যাইতে পারে। অন্যান্য কঠিন দ্রব্য দ্রব হইবার সময়েও এইরূপ ঘটিয়া থাকে, কিন্তু সকল দ্রব দ্রব্যের অন্তর্গত অপ্রত্যক্ষ প্রচ্ছন্ন তেজের পরিমাণ সমান নহে।

০° শ পরিমাণে উষ্ণ হইলে যেরূপ বরফ গলিয়া জল হয়, তদ্রূপ ০° শ পরিমাণে শীতল হইলে জল জমিয়া বরফ হয়। বরফ দ্রব হইবার সময় যতখানি তেজ অন্তর্হিত হয়, জল জমিবার সময়ে ঠিক তত খানি তেজ বিনির্গত হয়। ফলতঃ যে উষ্ণতায় কোন বস্তু দ্রব হয়, ঠিক সেই উষ্ণতায় তদুৎপন্ন দ্রব দ্রব্য পুনরায় ঘনীভূত হয়। আর গলিবার সময়ে যে পরিমাণ তেজ অন্তর্হিত হয়, জমিবার সময়েও সেই পরিমাণ তেজ বিনির্গত হয়। এই নিমিত্ত শীত প্রধান দেশে যখন দারুণ শীতের প্রভাবে জলাশয়াদির জল জমিতে আরম্ভ হয়, তৎকালে সেই হিমময় জলের অন্তর্গত গূঢ়তেজ প্রকাশিত হইয়া দুরন্ত শীতের পরাক্রম কথঞ্চিৎ খর্ব্ব করে।

দ্রবীভূত হইলে দ্রব্যাদির আয়তনের বৃদ্ধি হয়। ১০০ ঘন ইঞ্চি গন্ধক দ্রব হইলে ১০৫ ঘন ইঞ্চি হয়। কিন্তু বরফ দ্রব হইলে সঙ্কুচিত এবং জল জমিলে প্রসারিত হয়। অন্যান্য তরল দ্রব্য জমিলে ভারি হয়, কিন্তু জল জমিয়া বরফ হইলে লঘু হয়, এই নিমিত্ত বরফ জলে ভাসে। জল জমিবার সময়ে বিস্তৃত হয়, ইহাতে শীত প্রধান দেশীয় নদ নদী, হ্রদ, সমুদ্র প্রভৃতির জল জমিয়া বরফ হইলে উপরি ভাগে ভাসিতে থাকে এবং নিম্নে

৪°শ প্রমাণ উষ্ণ জল থাকাতে মৎস্যাদি জলচর জীবগণ জলাভাব জন্ত মৃত্যুমুখে পতিত হয় না।

জল জমিয়া যখন বরফ হয়, তখন উহার আয়তনের বৃদ্ধি সহকারে প্রসারণ শক্তিরও বিলক্ষণ বৃদ্ধি হয়। যদি কোন জলপূর্ণ লৌহময় বোতলের মুখ বন্ধ করিয়া অতিশয় শীতল কোন পদার্থের মধ্যে কিয়ৎক্ষণ রাখা যায়, তাহা হইলে উহার অভ্যন্তরস্থ জল বরফে পরিণত হয় এবং বরফ হইবার সময়ে উহার প্রসারণের বল এরূপ প্রবল হইয়া উঠে যে, সেই লৌহপাত্র বিদীর্ণ ও ভগ্ন হইয়া যায়। শীত প্রধান দেশে রাত্রি কালে শীতের প্রভাবে জলপ্রণালীকার অন্তর্গত জল জমিয়া যাওয়াতে কখন কখন নল সকল বিদীর্ণ ও ভগ্ন হইয়া যায়। কখন কখন জলের কুজাও এই কারণে ভগ্ন হইয়া যায়। বৃষ্টি সহকারে পর্ব্বতের উপর যে জল পতিত হয়, তাহার কিয়দংশ ছিদ্রাদি মধ্যে প্রবিষ্ট হয়, পরে শীত দ্বারা যখন তাহা তুষার রূপে পরিণত হয় তখন এই কারণে প্রস্তর খণ্ড সকল বিদারিত হয়।

কঠিন দ্রব্য উত্তপ্ত হইলে দ্রব হয় এবং দ্রব দ্রব্য উষ্ণ হইলে বাষ্প হয়। কাগজ, কাষ্ঠ প্রভৃতি কতকগুলি কঠিন দ্রব্যকে যেরূপ দ্রব করিতে পারা যায় না; মেদ, নারিকেল তৈল প্রভৃতি কতিপয় তরল দ্রব্যকে সেইরূপ বাষ্পীয় অবস্থায় পরিণত করিতে পারা যায় না, উত্তাপ নিবন্ধন ইহাদিগের উপাদান সকল পৃথগ্‌ভূত অথবা ভিন্ন প্রকারে সংযুক্ত হয়। কর্পূর, আয়দীন (অরুণক) প্রভৃতি কতিপয় কঠিন বস্তু দ্রব না হইয়া একবারে বাষ্প হয়। বাষ্পীয় দ্রব্য সকল সচরাচর

বর্ণহীন ও স্বচ্ছ হইয়া থাকে; কেবল আয়ডীন প্রভৃতি কয়েকটী দ্রব্যের বাষ্প বর্ণবিশিষ্ট। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে, বাষ্প ও বায়ুতে কোন বিশেষ প্রভেদ নাই, বাষ্পের বায়ব্য ভাব নৈমিত্তিক আর বায়ুদিগের স্বাভাবিক। যে সকল পদার্থ স্বভাবতঃ তরল তাহাদিগের পরিণামে যে বায়ুবৎ দ্রব্য উৎপন্ন হয়, তাহাকে বাষ্প বলা যায়। বায়বীয় বস্তুদিগের ন্যায় বাষ্প সকলও স্থিতিস্থাপক, উষ্ণতা ও চাপের তারতম্যানুসারে বায়বীয় দ্রব্য সকলের আয়তনাদির যেরূপ তারতম্য হয়, বাষ্পদিগেরও ঠিক সেই রূপ হইয়া থাকে। শতাংশিকের এক অংশ পরিমাণে উষ্ণতার বৃদ্ধি হইলে বায়বীয় ও বাষ্পীয় বস্তুদিগের আয়তন $\frac{১}{২৭৩}$ বা .০০৩৬৬৫ পরিমাণে বর্দ্ধিত হয়। অর্থাৎ ১ ঘন ইঞ্চি কি ১ ঘন ফুট কোন বায়ু কি বাষ্পের উষ্ণতা যদি ১° শ বৃদ্ধি করা যায়, তাহা হইলে উহার আয়তন ১$\frac{১}{২৭৩}$ বা ১.০০৩৬৬৫ ঘন ইঞ্চি বা ঘন ফুট প্রমাণ হয়। সুতরাং ২৭৩ অংশ পরিমাণে উষ্ণতার বৃদ্ধি হইলে আয়তন দ্বিগুণিত হয়।

যেরূপ সকল কঠিন দ্রব্যকে দ্রব করিতে সমান উত্তাপ প্রয়োগ করিতে হয় না; সেইরূপ সকল দ্রব দ্রব্যকে বাষ্প করিতে, সমান উত্তাপ আবশ্যক হয় না। ভিন্ন ভিন্ন দ্রব দ্রব্য ভিন্ন ভিন্ন উষ্ণতায় বাষ্পাকার ধারণ করে। সুরাসার, জল, টার্পিন-তৈল ও পারদ এই কয়েকটী দ্রব দ্রব্যকে ফুটাইতে হইলে তাহাদিগকে যথাক্রমে ফারেণহীটের ২৭৩°, ২১২°, ৩১৬° ও ৬৬০° অংশ পরিমাণে উষ্ণ করিতে হয়। এক জাতীয় কঠিন বস্তু সকল যেমন একরূপ উষ্ণতায় দ্রব হয়, এক জাতীয়

দ্রব বস্তু সকল সেইরূপ সমান পরিমাণে উষ্ণ হইলে ফুটিয়া উঠে। যেরূপ সর্ব্ব দেশে ও সর্ব্ব সময়েই ০° শ বা ৩২° ফা প্রমাণ উষ্ণ হইলে বরফ দ্রব হয়, তদ্রূপ সকল স্থানে ও সকল কালেই ১০০° শ বা ২১২° ফা প্রমাণ উষ্ণ হইলে জল ফুটিতে থাকে।

পুনঃ পুনঃ উল্লিখিত হইয়াছে, ভূতলস্থ সমস্ত পদার্থই বায়ুরাশির চাপে আক্রান্ত। এই চাপ অতিক্রম করিতে না পারিলে দ্রব দ্রব্য সকল কখনই ফুটে না। ফলতঃ যখন কোন দ্রব দ্রব্যসম্ভূত বাষ্পের প্রসারণ শক্তি বায়ুরাশির চাপের সমান হয়, তখনই উহা ফুটিতে থাকে। যখন বায়ুরাশির চাপ ৩০ ইঞ্চি পারার সমান হয়, কেবল সেই সময়েই ফারেণহীটের ২১২° অংশে জল ফুটিয়া উঠে। চাপের ন্যূনাধিক্য হইলে ফুটন বিন্দুরও ন্যূনাধিক্য হয়। পর্ব্বতের উপর বায়ুরাশির চাপ অপেক্ষাকৃত অল্প, এই জন্য তথায় অপেক্ষাকৃত অল্প উত্তাপে জলকে ফুটাইতে পারা যায়। পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত হইয়াছে, যত উচ্চে উঠা যায়, ততই প্রতি ৫৩০ ফুটে ফারেণহীটের ১ অংশ করিয়া ফুটন-বিন্দুর হ্রাস হয়। পর্ব্বতাদির উচ্চতা নিরূপণ করিবার এই একটী উপায়। বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্রের আবরণ পাত্রের ভিতর একটি জলপূর্ণ পাত্র রাখিয়া বায়ু নিষ্কাশন করিলে পাত্রস্থিত জল, এমন কি, ৭০° ফা পরিমিত উষ্ণতায়ও টগ্ বগ্ করিয়া ফুটিতে থাকে। ফলতঃ উষ্ণ হইলেই যে জল ফুটে, কি ফুটিলেই যে জল উষ্ণ হয়, এরূপ কোন নিয়ম নাই।

দ্রব দ্রব্য সকল ফুটিয়া উঠিলে তাহাদিগকে বস্তু উত্তপ্ত করা

যাউক না কেন, কিছুতেই তাহাদের উষ্ণতার বৃদ্ধি হয় না। আরও দেখিতে পাওয়া যায় যে, দ্রবমাণ কঠিন দ্রব্য ও তদুৎপন্ন দ্রব দ্রব্যের উষ্ণতা যেরূপ একেবারে অভিন্ন, ফুটন্ত দ্রব্য ও তদুৎপন্ন বাষ্পের উষ্ণতাও ঠিক সেই রূপ সমান। বিশুদ্ধ জল ২১২° ফা পরিমাণে উষ্ণ হইলে ফুটিয়া উঠে এবং একবার ফুটিয়া উঠিলে উহাতে যত উত্তাপ দেওয়া যায়, তদ্দ্বারা উহার উষ্ণতার কিছুমাত্র বৃদ্ধি হয় না। আবার ফুটন্ত জল হইতে যে বাষ্প উৎপন্ন হয় তাহারও উষ্ণতা ঠিক ২১২° ফা। অতএব প্রতীয়মান হইতেছে, কঠিন দ্রব্য দ্রব হইবার সময়ে যেরূপ কিয়ৎপরিমাণ তেজ অপ্রত্যক্ষ হয়, দ্রব দ্রব্য বাষ্প হইবার সময়েও সেইরূপ কিয়দংশ তেজ প্রচ্ছন্ন হইয়া থাকে। যে পরিমাণে তাপ দিলে ১ দণ্ডের মধ্যে তুষার হিমজল ফুটিয়া উঠে, সেই পরিমাণে প্রায় আর (৫.৪) সার্দ্ধ পাঁচ দণ্ড কাল উত্তপ্ত না করিলে উহা বাষ্প হয় না। অর্থাৎ হিম জলকে ৩২° ফা হইতে ২১২° ফা পর্য্যন্ত উষ্ণ করিতে যে পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করিতে হয়, ২১২° ফা প্রমাণ উষ্ণ জলকে ২১২° ফা প্রমাণ উষ্ণ জলীয় বাষ্পে পরিণত করিতে তদপেক্ষা ৫.৪ গুণ অধিক পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করা আবশ্যক। অতএব জলীয়বাষ্পের অপ্রত্যক্ষ গূঢ় তেজের পরিমাণ প্রায় ১৮০ × ৫.৪ = ৯৭২° ফা। ০° শ ১ সের, জলের সহিত ১০০° শ ১ সের জল মিশ্রিত করিলে ৫০° শ প্রমাণ উষ্ণ ২ সের জল উৎপন্ন হয়। কিন্তু ১০০° শ ১ সের জলীয়বাষ্পকে শীতল জলের মধ্যস্থিত কোন নলের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিয়া ১০০° শ ১ সের জল উৎপাদন করিলে এত তেজ বিনির্গত হয় যে, তদ্দ্বারা ৫.৪ সের

জল ১°শ হইতে ১০০°শ পর্য্যন্ত উষ্ণ হয়। সুতরাং জলীয়বাষ্পের অন্তর্গত অপ্রত্যক্ষ তেজের পরিমাণ ১০০×৫.৪=৫৪০°শ =৯৭২° ফা। আরও দৃষ্ট হইতেছে, জল বাষ্প হইলে যে, তেজ অন্তর্হিত হয়, জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হইয়া জল হইলে পুনর্ব্বার সেই তেজ প্রকাশিত হয়।

যে সকল দ্রব্য জলে দ্রবীভূত হইয়া থাকে, উহা বরফে কি বাষ্পে পরিণত হইলে তৎসমুদায় বিমুক্ত হইয়া যায়। বরফ দ্রব কি জলীয়বাষ্প ঘন হইলে যে জল উৎপন্ন হয়, তাহা এই কারণে বিশুদ্ধ। বৃষ্টির জলও এই নিমিত্ত বিশুদ্ধ। সচরাচর বিশুদ্ধ জল প্রস্তুত করিতে হইলে জলাশয়াদির জল লইয়া তাহাকে উত্তাপ দ্বারা বাষ্প এবং সেই বাষ্পকে ঘনীভূত করিয়া পুনর্ব্বার জল করা যায়। এইরূপে যে জল বিশোধিত হয়, তাহাকে "চোঁয়ান" জল বলে।

দ্রব দ্রব্যের উপরিভাগ হইতে সর্ব্বদাই বাষ্প উত্থিত হইয়া থাকে। নদী, হ্রদ, সমুদ্র, সরোবরাদির পৃষ্ঠদেশ হইতে নিয়তই বাষ্প উত্থিত হইয়া থাকে, ইহা সকলেই অবগত আছেন। কোন অনাচ্ছাদিত পাত্রে কিঞ্চিৎ জল রাখিলে ক্রমে ক্রমে সমুদয় টুকু তিরোভূত হয়. এইরূপ বাষ্প নিঃসরণই তাহার কারণ। আর্দ্র বস্ত্র হইতে এইরূপে বাষ্প উদ্গত হয়, বলিয়া উহা শুষ্ক হয়। কতিপয় কঠিন পদার্থের উপরিভাগ হইতেও এইরূপে বাষ্প উঠিয়া থাকে। সকলেই জানে অনাবৃত পাত্রে কর্পূর রাখিলে উহা অল্প কালের মধ্যেই উড়িয়া যায়। এই সকল স্থলে বাষ্প নিঃসরণ কার্য্য অতি ধীরে ধীরে সম্পন্ন হইয়া থাকে। এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখিলেই প্রতীতি হইবে যে, দ্রব

দ্রব্য ফুটাইলে বাষ্প উৎপন্ন হয়, অন্য প্রকারে হয় না, এরূপ নহে। যত উষ্ণ হইলে কোন দ্রব দ্রব্য ফুটিয়া উঠে, তদপেক্ষা অনেক অল্প উষ্ণতাতেও উহার উপরিভাগ হইতে আস্তে আস্তে বাষ্প উদ্গত হয়। ফুটন বিন্দুর যেরূপ একটী নিয়ম আছে বাষ্পোদ্গমন বিন্দুর সেরূপ কোন নিয়ম নাই, অর্থাৎ কোন দ্রব দ্রব্যকে ফুটাইয়া বাষ্প করিতে হইলে যেরূপ কোন নির্দ্দিষ্ট পরিমাণে উষ্ণ করিতে হয়, সেইরূপ কোন নির্দ্দিষ্ট পরিমাণে উষ্ণ না করিলে যে তাহার উপরিভাগ হইতে বাষ্প নিঃসরণ হয় না এরূপ নহে। উষ্ণতা যেরূপ হউক না কেন, সকল সময়ে দ্রব দ্রব্যের উপরিভাগ হইতে বাষ্প উদ্গত হইয়া থাকে, পরন্তু উষ্ণতার যত বৃদ্ধি হয় বাষ্প নিঃসরণও তত অধিক হইয়া থাকে সুতরাং ফুটন বিন্দু পর্য্যন্ত উষ্ণ হইলে সমুদয় বস্তুটুকু বাষ্পরূপে পরিণত হয়। বাষ্প নিঃসরণ কালে কেবল উপরিস্থ পরমাণু সকল বাষ্পাকার ধারণ করে। এই জন্য কোন দ্রব দ্রব্যকে সঙ্কীর্ণ মুখবিশিষ্ট পাত্রে রাখিলে উহা হইতে যে পরিমাণ বাষ্প উদ্গত হয়, প্রশস্ত-মুখ-যুক্ত পাত্রে স্থাপিত হইলে, তদপেক্ষা অনেক অধিক পরিমাণে বাষ্প উত্থিত হইয়া থাকে।

চাপের ন্যূনাধিক্য হেতু বাষ্পনিঃসরণের ন্যূনাধিক্য হইয়া থাকে। জলাদির উপর বাষ্পরাশির চাপ যত অল্প হয়, বাষ্প নিঃসরণ তত অধিক হইয়া থাকে। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রে কিঞ্চিৎ ঈথর নামক এক প্রকার অতি তরল দ্রব দ্রব্য স্থাপন করিয়া বায়ুনিষ্কাশন করিলে এরূপ প্রবল বেগে বাষ্প নিঃসরণ হইতে থাকে যে, অনতিবিলম্বেই উহা ফুটিয়া উঠে।

ফলতঃ বাষ্প পরিণামশীল দ্রব দ্রব্য মাত্রই নির্ব্বাত স্থলে স্থাপিত হইলে অমনি তৎক্ষণাৎ বাষ্পরূপে পরিণত হয়।

চতুঃপার্শ্বস্থ বাষ্প যখন সঞ্চালিত হইতে থাকে, তখন বাষ্প নিঃসরণ অধিক পরিমাণে হইয়া থাকে। কিন্তু বায়ু যদি স্থির থাকে তাহা হইলে বাষ্প নিঃসরণ তাদৃশ অধিক হয় না। বায়ু স্থির থাকিলে দ্রব দ্রব্যের চতুঃপার্শ্বস্থ বাতাস অল্প-কাল মধ্যেই বাষ্পময় হওয়াতে বাষ্পোৎপত্তির প্রতিবন্ধক হয়। কিন্তু বাতাস চলিতে থাকিলে প্রতিক্ষণ নূতন নূতন বায়ু সংস্পর্শে অধিক পরিমাণ বাষ্প উদ্গত হয়।

উষ্ণ উষ্ণতার পরিমাণ যেরূপ হউক, তাপ পরিশোষিত না হইলে বাষ্প উৎক্ষিপ্ত হয় না। বাষ্পোৎপত্তির নিমিত্ত যে তেজের প্রয়োজন, যদি বাষ্প নিঃসরণ সময়ে দ্রব দ্রব্য সকল সেই তেজ অন্যত্র হইতে প্রাপ্ত না হয়, তাহা হইলে উহাদের উষ্ণতার হ্রাস হয়। আরও দেখিতে পাওয়া যায়, বাষ্প নিঃসরণ বেগ যত প্রবল হয় দ্রব দ্রব্যাদিও তত শীতল হইয়া থাকে। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের আবরণ পাত্র মধ্যে অতিশয় উগ্র গন্ধক-দ্রাবক পূরিত কোন পাত্রের উপর একটী ক্ষুদ্র অথচ প্রশস্ত মুখসম্পন্ন পাত্রে কিঞ্চিৎ জল রাখিয়া আবরণ পাত্রের অন্তর্গত বায়ু নিষ্কাশন করিলে অভ্যন্তরস্থ জল হইতে বায়ু উঠিতে উঠিতে নিম্নস্থ দ্রাবক দ্বারা পরিশোষিত হয়, ইহাতে প্রবল বেগে বাষ্পোদ্গম হইতে থাকে এবং জল এরূপ শীতল হইয়া আইসে যে কিয়ৎক্ষণের মধ্যেই বরফে পরিণত হয়।

ওডিকলন, ঈথর প্রভৃতি শীঘ্রবাষ্পপরিণামশীল বস্তু

সংস্পর্শে শরীর শীতল হয়, তাহার কারণ এই যে, উহারা বাষ্প হইবার সময়ে শরীর হইতে তেজ গ্রহণ করে। বৃষ্টির পর বাতাস শীতল হয়, কেননা বৃষ্টিসম্ভূত জলকণা সকল ভূমি ও বায়ু হইতে তেজ গ্রহণ করিয়া বাষ্প হয়। গ্রীষ্মকালে কুজাতে জল রাখিলে অপেক্ষাকৃত শীতল হয়, তাহার কারণ এই যে কুজার ছিদ্র দিয়া জলকণা সকল বহির্ভাগে নির্গত হইয়া বাষ্পাকার ধারণ করিবার সময়ে অভ্যন্তরস্থ জল হইতে তেজ গ্রহণ করে। বাতাসে রাখিলে কুজার জল আরও শীতল হয়। ঘরের মেজেতে জল ছিটাইলে সেই জল বাষ্প হইবার সময়ে ঘরের ও ঘরের অভ্যন্তরস্থ বায়ুর তেজ পরিশোষণ করাতে শৈত্যের অনুভব হয়। ধনাঢ্য ব্যক্তিদিগের প্রাসাদে পাখা ও জল সিক্ত খস্ খস্ টাটী দ্বারায় যে শৈত্যসুখানুভব হইয়া থাকে, জলবিন্দু সকল বাষ্প হইবার সময় তেজ পরিশোষিত করাই তাহার কারণ।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

তাপ সঞ্চালন—পরিচালন, পরিবাহন ও বিকিরণ।

১২২। তাপ পরিচালন। পরিচালন, পরিবাহন ও বিকিরণ এই তিন প্রকারে এক স্থানের তাপ স্থানান্তরে নীত হইয়া থাকে। সকলেই অবগত আছেন, কোন লৌহদণ্ডের এক প্রান্ত অগ্নির উপর ধরিলে ক্রমে ক্রমে অপর প্রান্ত পর্য্যন্ত উত্তপ্ত হইয়া উঠে। যে গুণ থাকাতে জড় দ্রব্যের পরমাণু

সকল এইরূপে তাপ সঞ্চালন করে তাহার নাম পরিচালকতা। আর যে ক্রিয়া দ্বারা এই রূপে কণা হইতে কণান্তরে তাপ সঞ্চালিত হয়, তাহার নাম পরিচালন। যে সকল বস্তু তাপ পরিচালনক্ষম, তাহাদিগকে তাপ পরিচালক বলা যায়।

সকল দ্রব্যের পরিচালকতা গুণ সমান নহে। বাষ্প ও দ্রব দ্রব্যাপেক্ষায় কঠিন বস্তু সকল সমধিক তেজঃপরিচালক এবং কঠিন বস্তুদিগের মধ্যে ধাতু দ্রব্য সকলের পরিচালকতা শক্তি অপেক্ষাকৃত অধিক। রৌপ্য, তাম্র, স্বর্ণ, পিত্তল, রঙ্গ, লৌহ, ইস্পাত, সীস, প্লাটিনম্ এই কয়েকটি দ্রব্য প্রবল পরিচালক, কিন্তু ইহাদিগের পূর্ব্ব পূর্ব্বটীর অপেক্ষা উত্তর উত্তরটীর পরিচালকতা শক্তি অপেক্ষাকৃত অল্প। ধাতু দ্রব্য অপেক্ষা প্রস্তর ও কাচের পরিচালকতা শক্তি অনেক অল্প এবং অঙ্গার, কাষ্ঠ, বরফ, বালুকা প্রভৃতি দ্রব্যের পরিচালকতা শক্তি তদপেক্ষাও অল্প। কোন দীর্ঘ লৌহ-দণ্ডের এক প্রান্ত অগ্নি সংযুক্ত হইলে অপর প্রান্ত এরূপ উত্তপ্ত হইয়া উঠে যে, স্পর্শ করিতে পারা যায় না; কিন্তু কোন প্রজ্বলিত কাষ্ঠখণ্ডের যে ভাগে অগ্নি জ্বলিতেছে তাহার ঠিক পার্শ্বে হাত দিলেও কিছুই হয় না। এইরূপ অঙ্গারের এক ভাগ অগ্নিময় হইয়া উঠিলেও অন্যভাগ দ্বারা উহা অনায়াসেই হস্তে ধারণ করিতে পারা যায়। কাচখণ্ডের এক দিক্ অগ্নিতে দ্রব হইয়া গেলেও অপর দিক্ কিছুমাত্র উষ্ণ হয় না।

তুলা, রেশম প্রভৃতি দ্রব্যের পরিচালকতা শক্তি এত অল্প, যে ইহাদিগকে অপরিচালক বলিলেও নিতান্ত

অত্যুক্তি হয় না। যে সকল বস্তুর পরিচালকতা শক্তি অল্প তদ্দ্বারা পরিধেয় বস্ত্র নির্ম্মাণ করা কর্ত্তব্য, কেননা তাহা হইলে শীতকালে শরীরস্থ তেজ বিনির্গত হইয়া বাহিরে যাইতে পারে না এবং গ্রীষ্ম সময়ে বাহিরের তেজ শরীর মধ্যে প্রবিষ্ট হইতে পারে না; কম্বল দিয়া বরফ জড়াইয়া রাখিলে যে উহা শীঘ্র দ্রব হয় না,কম্বলের দুর্ব্বল পরিচালকতাই তাহার কারণ।

১২৩। তাপ পরিবাহন। তরল ও বায়বীয় দ্রব্য সকলের ভিতর দিয়া তেজ পরিচালিত হয় না, এই কারণে কোন জলপূর্ণ পাত্রের ঊর্দ্ধদেশে তাপ প্রয়োগ করিলে তদ্দ্বারা নিম্নস্থ জল কিছুমাত্র উষ্ণ হয় না। তবে যে কোন পাত্রে জল রাখিয়া তাহার নীচে জ্বাল দিলে সমুদয় জল শীঘ্র উষ্ণ হয়, তাহার অন্যবিধ কারণ আছে। তাপ সংযোগে নিম্নস্থ জল প্রথমে উত্তপ্ত হয়,উত্তপ্ত হইলেই লঘু হয়, লঘু হইলেই সুতরাং ঊর্দ্ধগামী হয়। এইরূপে নীচের লঘু জল উপরে উত্থিত হইলে, উপরিস্থিত শীতল ও ভারী জল নীচে পতিত হয় এবং কিয়ৎ ক্ষণের মধ্যেই উত্তপ্ত হইয়া পুনর্ব্বার উপরে উত্থিত হয়। এই প্রকার ঊর্দ্ধ প্রবাহ ও অধঃপ্রবাহ দ্বারা ক্রমে ক্রমে পাত্রের সমুদায় জল উষ্ণ হইয়া উঠে। তরলদ্রব্যের যে গুণ থাকাতে ঊর্দ্ধ ও অধঃপ্রবাহ দ্বারা তাহাদের পরমাণু সমূহ তাপ প্রবাহিত করে, তাহার নাম পরিবাহকতা। এইরূপে তাপ সঞ্চালিত হওয়ার নাম পরিবাহন।

দ্রব দ্রব্য অপেক্ষায় বায়বীয় দ্রব্যাদিগের পরিবাহকতা শক্তি সমধিক প্রবল। বায়ু অথবা বায়ুবৎ বস্তু পরিপূর্ণ

কোন পাত্রের অধোভাগে জ্বালদিলে পূর্ব্বোক্ত রূপ উর্দ্ধাধঃ প্রবাহ নিবন্ধন উহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু ক্ষণকালের মধ্যেই বিলক্ষণ উষ্ণ হইয়া উঠে। চুল্লী হইতে এই কারণে ধূমময় উষ্ণ বায়ু ঊর্দ্ধে উত্থিত হয় এবং চতুঃপার্শ্ব হইতে শীতল বায়ু আসিয়া উহার স্থান পূরণ করে। এই বায়ুও আবার চুল্লিস্থ অগ্নিসংস্পর্শে উষ্ণ হইয়া ঊর্দ্ধগামী হয় এবং চতুর্দ্দিক হইতে পুনর্ব্বার বায়ু আসিয়া উহার স্থান অধিকার করে। ফলতঃ কোন স্থানের বায়ু কোন কারণে উষ্ণ হইলেই ঊর্দ্ধগামী হয় এবং ঊর্দ্ধগামী হইলেই চতুর্দ্দিক হইতে বায়ু আসিয়া উহার স্থান অধিকার করে। বাহিরের বায়ু সৌরকরসংস্পর্শে এই কারণে উষ্ণ হয়। সূর্য্য কিরণ দ্বারা বহিঃস্থ বায়ু উষ্ণ হইয়া ঊর্দ্ধগামী হইলে তাহার স্থান পূরণার্থ গৃহাদির মধ্য হইতে শীতল বায়ু প্রবাহিত হয় এবং ঐ উষ্ণ বায়ু ঊর্দ্ধদেশ দিয়া আসিয়া গৃহ মধ্যে প্রবিষ্ট হয়। এইরূপে ভিতর হইতে বাহিরে ও বাহির হইতে ভিতরে কিয়ৎক্ষণ বায়ুপ্রবাহ প্রবাহিত হইলে অবশেষে বাহিরের ও ভিতরের বাতাস সমান উষ্ণ হইয়া উঠে। এই নিমিত্ত গ্রীষ্মকালে মধ্যাহ্ন সময়ে গৃহের দ্বার ও গবাক্ষ সকল বদ্ধ রাখা কর্ত্তব্য।

এই পরিবাহনই যাবতীয় বায়ু প্রবাহের একটী প্রধান কারণ। বাণিজ্য-বায়ু, মৌসুম-বায়ু প্রভৃতি বায়ু প্রবাহ সকল এই প্রকারে উৎপন্ন হয়।

১২৪। তাপ বিকিরণ। যদি কোন ধাতু দ্রব্যের উপর কোন প্রতপ্ত অয়ঃপিণ্ড স্থাপন করা যায়, তাহা হইলে উহার

কিয়দংশ ভাগ আধার দ্রব্যের দ্বারা পরিচালিত হয়, আর কিয়দংশ চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ু দ্বারা প্রবাহিত হয় এবং অবশিষ্ট অংশ কিরণ রূপে চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত ও পার্শ্ববর্ত্তী দ্রব্যাদির দ্বারা পরিগৃহীত হয়, এই নিমিত্ত লৌহপিণ্ডটী ক্রমশঃ শীতল হইয়া চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ুর সমান উষ্ণ হয়। যে ক্রিয়া দ্বারা দ্রব্যাদির তেজ কিরণাকারে চতুর্দ্দিকে বিকীর্ণ হয়, তাহাকে বিকিরণ বলিয়া নির্দ্দেশ করা যায়। অগ্নির সম্মুখে দাঁড়াইলে তথা হইতে তৈজস কিরণ নির্গত হইয়া গাত্রোপরি পতিত ও তৎকর্ত্তৃক পরিশোষিত হওয়াতে উষ্ণতার উপলব্ধি হয়; সূর্য্য হইতে তেজ কিরণরূপে আসিয়া পৃথিবীতে পতিত হয়, নতুবা পরিচালিত কি পরিবাহিত হইয়া আইসে, এরূপ নহে।

সূর্য্য কিরণ বায়ুরাশির মধ্য দিয়া আসিয়া পৃথিবীপৃষ্ঠে পতিত হয়। কিন্তু তদ্দ্বারা বায়ুরাশির উষ্ণতার তাদৃশ বৃদ্ধি হয় না। পৃথিবীর পৃষ্ঠ হইতে তেজ প্রতিফলিত, পরিচালিত ও পরিবাহিত হইয়া উহাকে উষ্ণ করে। এই নিমিত্ত বায়ু রাশির অধোদেশ মাত্র উষ্ণ; কিন্তু ঊর্দ্ধদেশ অতিশয় হিম।

সকল বস্তুর বিকিরণ শক্তি সমান নহে। ভূষা নামক যে বস্তুটী দ্বারা ক্লেল কালি প্রস্তুত করা যায়, তাহার বিকিরণ শক্তি সর্ব্বাপেক্ষা অধিক। এই নিমিত্ত কোন দ্রব্যের উপরিভাগে ভূষা মাখাইয়া রাখিলে তাহার বিকিরণ শক্তি সমধিক প্রবল হয়। পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত হইয়াছে, যে দ্রব্য যে পরিমাণে তেজ পরিশোষণ করে, তাহার বিকিরণ শক্তিও ঠিক সেই পরিমাণে প্রবল হয়। উজ্জ্বল ও মসৃণ ধাতু দ্রব্যের উপর তৈজস কিরণ পতিত হইতে না হইতে

প্রতিফলিত হয়, একারণ তৎকর্ত্তৃক তেজ পরিশোষিত হয় না। সুতরাং উহার বিকিরণ শক্তিও নিতান্ত অল্প হইয়া থাকে।

অত্যন্ত উত্তপ্ত হইলে দ্রব্যাদি হইতে তেজ বিকীর্ণ হয় অন্য সময় হয় না, এরূপ নহে। উষ্ণই হউক আর অনুষ্ণই হউক, যাবতীয় দ্রব্যই নিয়ত তেজ বিকিরণ করিয়া থাকে। বরফ যে এমন শীতল, তথাপি ঘনীভূত পারদ, কি অন্য কোন অপেক্ষাকৃত শীতল বস্তুর অনতিদূরে স্থাপিত হইলে, উহা হইতে এত তেজ বিনির্গত হয় যে, তদ্দ্বারা হিমময় পারদাদির উষ্ণতা কিঞ্চিৎ বৃদ্ধি হয়। যে বস্তু যত তেজ বিকিরণ করে, যদি অন্যান্য দ্রব্য হইতে ঠিক সেই পরিমাণে তেজ বিকীর্ণ হইয়া আসিয়া সেই বস্তুর উপর পতিত হয়, তাহা হইলে তাহার উষ্ণানুষ্ণতার কোন রূপ পরিবর্ত্তন হয় না, ইহার অন্যথা হইলেই উষ্ণানুষ্ণতার তারতম্য হয়। উত্তপ্ত দ্রব্য সকল তেজ বিকিরণ দ্বারা শীতল হয়, তাহার কারণ এই, চতুঃপার্শ্ববর্ত্তী দ্রব্যাদি হইতে তাহারা যে পরিমাণ তৈজস কিরণ প্রাপ্ত হয়, তাহাদের উপরিভাগ হইতে তদপেক্ষা অধিক পরিমাণ তেজ চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত হয়।

এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখিলেই প্রতীত হইবে, উষ্ণ দ্রব্য সংস্পর্শেই যে কেবল দ্রব্যসকল উষ্ণ হয়, এমত নহে। উষ্ণ দ্রব্য হইতে দূরে স্থাপিত হইলেও শীতল দ্রব্য সকল তদ্দ্বারা উষ্ণ হইয়া উঠে। উষ্ণ দ্রব্যের তেজ পরিচালন কি পরিবাহন করিলে দ্রব্যসকল যেরূপ উষ্ণ হয়, দূর হইতে তন্নিক্ষিপ্ত তৈজস কিরণ পরিশোষিত করিয়াও সেইরূপ উষ্ণ হইয়া থাকে। আবার শীতল দ্রব্য সংস্পর্শে উষ্ণ দ্রব্য

সকল যেরূপ শীতল হয়, তেজঃবিকিরণ নিরন্ধনও সেইরূপ হইয়া থাকে।

১২৫। শিশির। এই বিকিরণ শক্তি শিশির উৎপত্তির প্রধান কারণ। রাত্রিকালে ভূতলস্থ বস্তু সকল তেজ বিকীর্ণ করিয়া বায়ুরাশি অপেক্ষা সমধিক শীতল হইলে চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ুর অন্তর্গত কিয়দংশ জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হইয়া শিশিরবিন্দুরূপে উহাদিগের উপরিভাগে বিন্যস্ত হয়। বাষ্পীয় বস্তুদিগের প্রকৃতি সম্বন্ধে ইতিপূর্ব্বে যাহা উল্লিখিত হইয়াছে, বিবেচনা করিয়া দেখিলে তাহা হইতে প্রতীয়মান হইবে, দিবাভাগে সূর্য্যকিরণ-সংযোগে পৃথিবীপৃষ্ঠ সমুত্তপ্ত হইলে তৎসংসৃষ্ট বায়ুতে যে পরিমাণ বাষ্প থাকিতে পারে, রাত্রি কালে তেজ বিকিরণ করিয়া ভূপৃষ্ঠ সমধিক শীতল হইলেও তদুপরিস্থ বায়ুতে সেই পরিমাণ বাষ্প থাকিবে, ইহা কোন ক্রমেই সম্ভাবিত নহে। উষ্ণতার যত হ্রাস হয়, বায়ুরাশিতে তত অল্প বাষ্প থাকিতে পারে, অর্থাৎ তত অল্প বাষ্প দ্বারা বায়ুরাশি পরিষিক্ত হয়। সুতরাং দিবাভাগে বায়ুতে যে বাষ্প থাকে, রাত্রিতে সমধিক শীতল হইলে, যদি তদ্দ্বারা উহা পরিষিক্ত হইয়া উঠে, তাহা হইলে শীতল দ্রব্য স্পর্শমাত্রেই উহার অন্তর্গত কিয়দংশ বাষ্প ঘনীভূত হইয়া শিশির বিন্দু রূপে পরিণত হয়। বায়ুতে যত অধিক পরিমাণে বাষ্প থাকে, তত অল্প পরিমাণে শীতল হইলেই শিশির সমুৎপন্ন হয়। এতদ্দেশে গ্রীষ্মকালে দিবাভাগে বায়ুরাশি অত্যন্ত উত্তপ্ত হয়, কিন্তু রাত্রিতে সেরূপ শীতল হয় না, একারণ বায়ুস্থ বাষ্পও শিশির রূপে পরিণত হয় না।

যে সকল বস্তুর বিকিরণ শক্তি সমধিক প্রবল, তাহারা রাত্রিকালে সমধিক শীতল হয়, একারণ সেই সকল বস্তুর উপর সমধিক শিশির সঞ্চিত হয়। ধাতুদ্রব্য সকলের বিকিরণ শক্তি নিতান্ত অল্প, এই নিমিত্ত তাহাদের উপর তাদৃশ শিশির সঞ্চিত হয় না। কিন্তু মৃত্তিকা, কাচ, বালুকা, বৃক্ষপত্র, পশম প্রভৃতি দ্রব্য সমধিক বিকিরণ-শক্তিসম্পন্ন হওয়াতে তাহাদের উপর প্রচুর পরিমাণে শিশির সঞ্চিত হইয়া থাকে।

যদ্দ্বারা পৃথিবীপৃষ্ঠ হইতে তেজ বিকিরণের প্রতিবন্ধকতা হয়, তদ্দ্বারা শিশির উৎপত্তির প্রতিবন্ধকতা হইয়া থাকে। আকাশ মণ্ডল মেঘাবৃত হইলে, ভূপৃষ্ঠ তেজ বিকিরণ দ্বারা তাদৃশ শীতল হইতে পারে না; কেননা মেঘাবলী হইতে তেজ বিকীর্ণ হইয়া আসিয়া উহার উপরে পতিত হয়। একারণ মেঘাচ্ছন্ন রাত্রিতে সেরূপ শিশির সমুৎপন্ন হয় না। বিস্তৃত শাখা বিশিষ্ট বৃক্ষতলেও এই কারণে শিশির উৎপন্ন হয় না।

মন্দ মন্দ বেগে বায়ু প্রবাহিত হইলে দ্রব্য সকল সমধিক শীতল হয় এবং শিশির উৎপত্তি অপেক্ষাকৃত অধিক হইয়া থাকে। কিন্তু প্রবল বেগে বায়ু প্রবাহিত হইলে তৎসংস্পর্শে দ্রব্যাদি উষ্ণ হয়; একারণ শিশির উৎপন্ন হয় না। বায়ু যত সরস হয়, শিশির উৎপত্তি তত অধিক হইয়া থাকে; কেননা তত অল্প পরিমাণে শীতল হইলে বাষ্প কর্তৃক বায়ু পরিষিক্ত হইয়া উঠে।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

আপেক্ষিক তেজ।

১২৬। আপেক্ষিক তেজ। সমান তাপ প্রাপ্ত হইলেও সকল দ্রব্য সমান উষ্ণ হয় না। যে তেজ প্রাপ্ত হইলে ১ সের জল ১ অংশ উষ্ণ হয়, ১ সের পারদ তাহাতে ৩২ অংশ উষ্ণ হয়। ১০০^0 শ উষ্ণ ১ সের জলের সহিত ০^0 শ উষ্ণ ১ সের জল অথবা ০^0 শ উষ্ণ ১ সের পারদের সহিত ০^0 শ উষ্ণ ১ সের পারদ মিশ্রিত করিলে উভয়ে ৫০^0 শ প্রমাণ উষ্ণ হয়; কিন্তু ০^0 শ উষ্ণ ১ সের জলের সহিত ১০০^0 শ উষ্ণ ১ সের পারা মিশ্রিত করিলে ইহাদিগের উষ্ণতা ৩^0 শ মাত্র হয়। অর্থাৎ যে তেজের অপগমে পারদ ৯৭^0 শ পরিমাণে শীতল হয় তদ্দ্বারা সমভার সম্পন্ন জলের উষ্ণতা ৩^0 মাত্র বর্দ্ধিত হয়। অতএব প্রতীয়-মান হইতেছে, ১ সের পারদ ও ১০সের জলকে সমান পরিমাণে উত্তপ্ত করিতে হইলে পারদ অপেক্ষা জলে ৩২ গুণ অধিক তাপ প্রয়োগ করিতে হয়। পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে, সমভার সম্পন্ন স্বতন্ত্র দ্রব্যকে সমান পরিমাণে উষ্ণ করিতে হইলে স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করিতে হয়।

এক সের জলকে ০^0 শ হইতে ১^0 শ পর্য্যন্ত উষ্ণ করিতে যে তাপ দিতে হয়, তাহাকে তাপের একক স্বরূপ ধরিয়া ১ অংশ প্রমাণ তাপ বা ১ তাপাংশ বলা যায়। জলকে ১ অংশ পরিমাণে উষ্ণ করিতে যে তেজ আবশ্যক, তাহার সহিত তুলনা করিয়া অন্যান্য দ্রব্যের আপেক্ষিক তেজ

প্রকাশিত হয়। সীসকের আপেক্ষিক তেজ ০.০৩১৪ এরূপ বলিলে বুঝিতে হইবে যে, যে পরিমাণ তেজ দ্বারা ১ সের সীসকের উষ্ণতা ১° শ বৃদ্ধি করা যাইতে পারে, তদ্দ্বারা ১ সের জলের উষ্ণতা ০.০৩১৪ অংশ মাত্র বর্দ্ধিত হয়।

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

তাপের উৎপত্তি স্থান।

১২৭। সঙ্ঘর্ষণ। জড় দ্রব্য সকলের পরস্পর সঙ্ঘর্ষণে তাপ উৎপন্ন হয়। পূর্ব্বকালীন আর্য্যগণ অরণিদ্বয় ঘর্ষণ করিয়া অগ্নি উৎপাদন করিতেন এবং কোন কোন অসভ্য জাতীয় লোকে অদ্যাপি কাষ্ঠে কাষ্ঠে ঘর্ষণ করিয়া বহ্নি উৎপাদন করিয়া থাকে। শীতার্ত্ত হইলে হস্তে হস্তে ঘর্ষণ করিয়া আমরা হস্ত উষ্ণ করি। ঘৃষ্ট হইলে দীপশলাকা প্রজ্বলিত হয়, ইহা অপর সাধারণ সকলেই জানেন। ছুরি, কাঁচি, ক্ষুর প্রভৃতি অস্ত্র শাণ দিবার সময় অগ্নিস্ফুলিঙ্গ নির্গত হয়, তাহাও অনেকে প্রত্যক্ষ করিয়াছেন। চক্মকির পাথর ও ইস্পাতের পরস্পর প্রতিঘাতেই ইস্পাতের রেণু সমুদায় অগ্নিময় হইয়া চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত হয়। গাড়ির চাকা ও আলের পরস্পর ঘর্ষণে কখন কখন অগ্নি উৎপন্ন হইয়া থাকে। বরফ যে এমন শীতল, তথাচ ঘৃষ্ট হইলে উষ্ণ হয়।

১২৮। সঙ্কোচন। যেরূপ তাপ অপগত হইলে বস্তু সকল সঙ্কুচিত হয়, তদ্রূপ সঙ্কুচিত হইলে তাপ সমুদ্ভূত হয়।

আকুঞ্চিত হইলে আয়তনের যেমন হ্রাস হয়, উষ্ণতার তদনুরূপ বৃদ্ধি হইয়া থাকে। বারিঘটিত-পেষণ যন্ত্র দ্বারা কোন কঠিন বস্তুর উপর চাপ প্রয়োগ করিলে উহা আকুঞ্চিত ও উত্তপ্ত হয়। জল ও তৈল সঙ্কুচিত হইলে উষ্ণ হয়।

১২৯। সংহনন বা সঙ্ঘাত। আঘাত প্রাপ্ত হইলে জড় দ্রব্য উষ্ণ হয়, ইহা সকলেই প্রত্যক্ষ করিয়াছেন। নেয়াইয়ের উপর এক খণ্ড সীসক স্থাপিত করিয়া হাতুড়ি দ্বারা তদুপরি আঘাত করিলে, সীসকের পরমাণু সকল হাতুড়ির বেগ প্রাপ্ত হইয়া বিকম্পিত ও উত্তপ্ত হয়। বেগগামী বন্দুকের গুলি কোন প্রতিবন্ধকের উপরে পতিত হইলে কখন কখন অগ্নি উৎপন্ন হয়। পতনশীল বস্তু ভূতলে পতিত হইলে তাহার পরিদৃশ্যমান গতির তিরোভাবে অপরিদৃশ্যমাণ আণবিক গতি বা তাপ সমুদ্ভূত হয়। পদার্থবিৎ পণ্ডিতেরা পরীক্ষা-দ্বারা সপ্রমাণ করিয়াছেন যে, ১ সের পরিমিত ভারী কোন দ্রব্য ১৩৯২ ফুট, অথবা ১৩৯২ সের ভারী দ্রব্য ১ফুট উচ্চ হইতে পতিত হইলে যে বেগ প্রাপ্ত হয়, তাহার তিরোভাবে এত তাপ জন্মে যে, তদ্দ্বারা ১ সের জলের উষ্ণতা শতাংশিক তাপমানের ১ অংশ বৃদ্ধি করা যাইতে পারে।

১৩০। সংযোজন বা রাসায়নিক সংযোগ। কাষ্ঠাদি হইতে যে অগ্নি প্রাপ্ত হওয়া যায়, তদন্ত দাহ্য পদার্থের সহিত বায়ুস্থ অম্লজনকের রাসায়নিক সংযোগই তাহার কারণ। দীপাদি হইতে যে আলোক নির্গত হয়, তাহাও তৈলাদির অঙ্গার ও অজনকের সহিত বায়ুস্থ অম্লজনকের রাসায়নিক

সংযোগনিবন্ধন উৎপন্ন হইয়া থাকে। আমরা যে অগ্নিশিখা দেখিতে পাই, তাহা অত্যুষ্ণ বাষ্প মাত্র; বাষ্প বা বায়বীয় দ্রব্য সমধিক উত্তপ্ত হইলেই অগ্নিশিখা রূপে প্রতীয়মান হয়।

১৩১। তড়িৎ। তড়িৎ হইতেও তাপ উৎপন্ন হয়। বজ্রাগ্নিও এই তাড়িতাগ্নির রূপান্তর মাত্র।

১৩২। জীবদেহ। জীবশরীর তাপের আর একটী উৎপত্তি স্থান। আমাদের শরীরের উষ্ণতা চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ুর সমান নহে। কি আরব দেশীয় বালুকাময় মরুভূমি, কি হিমার্ণবপরিধৌত সুমেরু সন্নিহিত প্রান্তর, সকল স্থানেই মনুষ্য-শরীরের উষ্ণতা ফারেণ্‌হীটের ৯৮ অংশ।

১৩৩। ভূগর্ভ। আগ্নেয় গিরির অগ্ন্যুৎদগম ও উৎস জলের উষ্ণতা দেখিয়া বোধ হয় পৃথিবীর অভ্যন্তর ভাগ অগ্নিময় পদার্থে পরিপূর্ণ। সূর্য্যের উত্তাপ বশতঃ উপরিস্থ দুই তিন ফুট মাত্র মৃত্তিকা রাত্রি অপেক্ষা দিবাভাগে সমধিক উত্তপ্ত হয়। কিন্তু শীতকালের তুলনায় গ্রীষ্মকালে তদপেক্ষা অধিকদূর নিম্ন পর্য্যন্ত অপেক্ষাকৃত উষ্ণ বলিয়া বোধ হয়। যাহা হউক ৬০, ৭০ কি ১০০ শত ফুট অপেক্ষা অধিক নিম্নে সৌর-তেজের প্রভাব অনুভূত হয় না। ফরাসীদেশের রাজধানী পারীনগরীর পর্য্যবেক্ষণিকাগারের ৫৯ ফুট নিম্নে একটী তাপ-মান যন্ত্র নিহিত আছে, শীত গ্রীষ্ম, দিবারাত্রি কিছুতেই তাহার অন্তর্গত পারদস্তম্ভের হ্রাস বৃদ্ধি হইতে দেখা যায় নাই। ভূপৃষ্ঠস্থ সকল স্থানেরই কিয়দ্দূর নিম্নে এমন একটী স্থান আছে যেখানে দিবারাত্রি, শীত গ্রীষ্ম কিছুতেই উষ্ণতার তারতম্য হয় না। ঐ স্থলটীর ঊর্দ্ধ ও অধোভাগে

যথাক্রমে সৌর ও পার্থিব তেজের প্রাচুর্ভাব দেখিতে পাওয়া যায়। উহাকে চিরসমোষ্ণস্থল বলা যায়। এই চিরসমোষ্ণ স্থলের উষ্ণতা সর্ব্বত্র সমান নহে; যেখানকার বার্ষিক উষ্ণতানুষ্ণতর যে গড়—মানচিত্রে সমোষ্ণ রেখা দ্বারা যে উষ্ণতা বিজ্ঞাপিত হয়—তাহার নিম্নস্থ চির সমোষ্ণ স্থলেও সেই উষ্ণতা দেখিতে পাওয়া যায়। ঐ চির সমোষ্ণ স্থল হইতে যত নিম্নে যাওয়া যায়, ততই সামান্যতঃ প্রতি ৬০ ফুটে ১° ক্রমে করিয়া উষ্ণতার বৃদ্ধি দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাতেই বোধ হয়, ভূপৃষ্ঠ হইতে কয়েক ক্রোশ নিম্নেই তাপের এরূপ প্রাচুর্ভাব যে, তথায় নীত হইলে লৌহও দ্রবীভূত হইতে পারে।

১৩৪। সূর্য্য। যে সকল তেজের কথা উল্লিখিত হইল, সৌর তেজের সহিত তুলনা করিলে, সে সমুদায় নিতান্ত অকিঞ্চিৎকর বলিয়া বোধ হয়। সূর্য্যই তাপের আদি কারণ। তাঁহা হইতেই আমরা তাপ ও আলোক প্রাপ্ত হইতেছি, কিন্তু তিনি যে কোথা হইতে তাপ ও আলোক প্রাপ্ত হইয়াছেন, তাহা আমরা অবগত নহি। তাপ ও আলোক ঘটিত সমস্ত ব্যাপারই তাঁহা হইতে সম্পাদিত হইতেছে। দীপশিখা ও ইন্ধনাগ্নিতে তিনিই প্রকাশমান হইতেছেন। দাবাগ্নি, বিদ্যুদগ্নি ও বজ্রাগ্নিতে তিনিই বিরাজমান রহিয়াছেন। তিনিই সাগরকে জলীয় শরীর ও পবনকে বায়বীয় আকার প্রদান করিয়াছেন। তিনিই সমুদ্র জলকে বাষ্পরূপে পরিণত করিয়া মেঘ উৎপাদন করিতেছেন। তিনিই নবপল্লবে তরুদলকে সুশোভিত করিতেছেন। তিনিই কাননরাজীতে ধরণীকে

বিভূষিত করিতেছেন। তিনিই ক্ষুদ্রতম বীজ হইতে প্রকাণ্ড বটবৃক্ষ উৎপাদন করিয়া পুনরায় কুঠার দ্বারা তাহাকে ছেদন করিতেছেন। তিনিই চরাকারে আশুগতি গমন করিতেছেন, তিনিই বিহঙ্গাকারে আকাশমার্গে উড্ডীন হইতেছেন, তিনিই মীনরূপে জলমধ্যে বিচরণ করিতেছেন। তিনিই বীজ বপন করিতেছেন, তিনিই শস্য আহরণ করিতেছেন, তিনিই আমাদিগকে আহার দিতেছেন। তিনিই তূলারোপণ করিতেছেন, তিনিই সূত্র নির্ম্মাণ করিতেছেন, তিনিই খনি হইতে অপরিষ্কৃত লৌহ তুলিয়া তাহাকে পরিষ্কার করিতেছেন, তিনি রেল নির্ম্মাণ করিতেছেন, তিনিই জলকে সন্তপ্ত করিয়া বাষ্প করিতেছেন, তিনিই বাষ্পীয় শকটকে বায়ুবেগে লইয়া যাইতেছেন, তিনিই তেজ রূপে আবির্ভূত হইয়া পুনরায় তেজরূপে তিরোভূত হইতেছেন; এবং তাঁহার আগমন ও অন্তর্ধানের অন্তর্গত কালে যাবতীয় নৈসর্গিক ব্যাপার সম্পাদিত হইতেছে। পাঠকগণ! এসকল কবিকপোলকল্পিত অলীক কথা নহে, পরন্তু বিজ্ঞান শাস্ত্র সম্মত যুক্তিসিদ্ধ বাক্য, ইহাতে কিছুমাত্র অবিশ্বাস বা সংশয়ের বিষয় নাই।

অষ্টম অধ্যায়।

আলোক।

১৩৫। আলোক। যদ্দারা দর্শনেন্দ্রিয় সহকারে জড় দ্রব্যের রূপ প্রত্যক্ষ হয়, তাহার নাম আলোক। এই আলোক না থাকিলে কোন বস্তুই আমরা অবলোকন করিতে সমর্থ হইতাম না। জড় বস্তু হইতে আলোকের কিরণ সমূহ বিকীর্ণ হইয়া আসিয়া আমাদের চক্ষুতে পতিত হইলে, তাহা আমাদের দৃষ্টি গোচর হয়। নিবিড় অন্ধকারময় স্থলে আমরা কোন বস্তুই দেখিতে পাই না।

পূর্ব্বতন পণ্ডিতগণ বলিতেন, জড় দ্রব্য হইতে তৈজস কণা সকল চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত হইয়া দর্শনেন্দ্রিয়ে আসিয়া পতিত হইলে, রূপ জ্ঞান হয়। কিন্তু ইদানীন্তন পণ্ডিতগণ বলেন, আকাশ নামক একপ্রকার অতি সূক্ষ্ম বিরল পদার্থ সমুদায় বিশ্ব ব্যাপিয়া রহিয়াছে। জড় দ্রব্যের পরমাণুদিগের অন্তর্গত অবকাশ স্থল ও এই আকাশ পদার্থে পরিপূর্ণ। জড় পদার্থের পরমাণু সকলের এক প্রকার অতি দ্রুত আন্দোলনে আলোক উৎপন্ন হয়। এবং সেই আন্দোলনে আকাশ পদার্থ আন্দোলিত হইয়া চক্ষুরিন্দ্রিয়ে আঘাত করিলে রূপ জ্ঞান হয়।

১৩৬। আলোকের প্রভব বা উৎপত্তি স্থান। আলোকের উৎপত্তি স্থান মধ্যে সূর্য্যই প্রধান। তাঁহারই কর সম্পর্শে সমুদায় সৌরজগৎ সমুদ্ভাসিত হয়। পৃথিবীর আবর্ত্তন

বশতঃ যখন উহার যে ভাগ সূর্য্যের দিকে থাকে, তখনই সেই ভাগে সূর্য্যরশ্মি পতিত হওয়াতে দিন হয়। আর যে ভাগ তাহার বিপরীত দিকে থাকে, সেই ভাগ অন্ধকারময় হওয়াতে রাত্রি হয়।

সূর্য্য কিরণের অণু প্রবেশে চন্দ্রমণ্ডল আলোকিত হইয়া রাত্রিকালে গগন মণ্ডলে বিরাজ করিলে, অন্ধকারের প্রভাব কথঞ্চিৎ খর্ব্ব হওয়াতে অনেক বস্তু নয়ন গোচর হয়। মঙ্গল বুধ, বৃহস্পতি প্রভৃতি গ্রহগণ সৌর জ্যোতিঃ সম্পাতে জ্যোতিস্মান দেখায়। তারকা মণ্ডলী যে কিরূপে জ্যোতিঃ সম্পন্ন হইয়াছে, তাহা আমরা নিশ্চয় জানি না। হয় ত, তাহারা আমাদের সূর্য্যের ন্যায় এক একটী ভিন্ন ভিন্ন জগতের সূর্য্য।

জড় দ্রব্য সকল সমুত্তপ্ত হইলে আলোক উৎপন্ন হয়। অয়ঃপিণ্ড সমুত্তপ্ত হইলে দীপ্তিমান হয়, রাসায়নিক সংযোগ স্থলেও অনেক সময়ে আলোক উৎপন্ন হইয়া থাকে।

কোন কোন বস্তু আপনা হইতেই প্রভা বিকীর্ণ করিয়া থাকে। ভাস্কর অস্তগামী হইলে খদ্যোত দ্যুতিতে কোন কোন স্থান আলোকময় হইয়া উঠে। প্রভাময় ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কীটানু বিশেষের আলোকে মহাসমুদ্র সমুজ্জ্বল হইয়া থাকে। কিঞ্চুলুক বা কেঁচুয়া কীটের দেহ হইতে আলোক বিনির্গত হয়, ইহা সকলে অবগত আছেন। কোন কোন উদ্ভিদ রাত্রিকালে প্রভাশালী হইয়া থাকে। উদ্ভিজ্জ ও প্রাণিগণের দেহ পচিবার সময়ে কখন কখন আলোক বিকীর্ণ হইতে দেখা যায়। ক্ষণপ্রভা বিদ্যুত হইতে প্রখর প্রভা উৎপন্ন হইয়া দিঙ্মণ্ডল প্রভাময় করে। উল্কাপাত স্থলে এক প্রকার উজ্জ্বল আলোক উৎপন্ন হইয়া থাকে, ইহা বলা বাহুল্য মাত্র।

১৩৭। সপ্রভ ও নিষ্প্রভ পদার্থ। বস্তুমাত্রই হয় সপ্রভ বা প্রভাময়, না হয় নিষ্প্রভ বা প্রভাহীন। প্রভাময় বস্তু সকল আপনাদিগকে প্রকাশ করিয়া অন্যান্য বস্তুকেও প্রকাশ করে।

প্রভাশালী বস্তু সকল আপন প্রভায় প্রকাশ পায়, আর নিষ্প্রভ বা প্রভাহীন বস্তু সকল প্রভাময় পদার্থের প্রভায় প্রকাশিত হয়।

যে সকল বস্তু প্রভা বিকীর্ণ করে, তন্মধ্যে কতকগুলির প্রভা স্বাভাবিক, আর কতকগুলির প্রভা নৈমিত্তিক। সূর্য্য, নক্ষত্রাদির প্রভা স্বাভাবিক; আর দীপাদির প্রভা নৈমিত্তিক।

যে সকল বস্তু হইতে স্বভাবতঃ প্রভা বিকীর্ণ হয়, তন্মধ্যে কতকগুলি স্বকীয় প্রভায় প্রভাময়, আর কতকগুলি অপরের প্রভায় প্রভাশালী। সূর্য্য স্বকীয় প্রভায় সমুদায় সৌরজগৎ প্রভাময় করেন; এই জন্য তাঁহাকে প্রভাকর বলা যায়। আর সহস্রাংশুর অংশুমালায় সমুদ্ভাসিত হইয়া সুধাংশু পরম রমণীয় রশ্মিজালে যামিনীযোগে দিঙ্মণ্ডল সমুজ্জ্বল করেন। স্বকীয় প্রভায় তিনি প্রভাময় নন, এই জন্য তিনি ভাস্বর হইয়াও ভাস্কর পদবাচ্য নহেন।

প্রভাশালী পদার্থদিগের মধ্যে কতকগুলি নিত্য প্রভাময়; আর কতকগুলি ক্ষণিক প্রভা বিশিষ্ট। সূর্য্যের প্রভা নিত্য; আর বিদ্যুতের আভা ক্ষণস্থায়ী। বিদ্যুতের প্রভা অল্পক্ষণ-স্থায়ী বলিয়া ইহার একটী নামই ক্ষণপ্রভা।

নিষ্প্রভ বা প্রভাহীন বস্তু, যে প্রভাময় দ্রব্য দ্বারা প্রকাশিত

হয়, তাহাকে তাহার দ্যোতক বা ভাসক বলা যায়। সূর্য্য সৌরজগতের ভাসক এবং রাত্রিকালে দীপালোকিত গৃহস্থিত দ্রব্যের ভাসক দীপ।

কোন কোন বস্তু আপনা হইতেই প্রভাময় হইয়া উঠে। জ্যোতিরিঙ্গ খদ্যোতগণ স্বকীয় বিভায় বিভাময় হইয়া, তিমিরময়ী বিভাবরীর শিরোদেশে কমনীয় মুক্তাময় সীমন্ত-ভূষণ স্বরূপে শোভা পাইতে থাকে। কোন কোন সমুদ্রচর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কীটাণুগণ রজনী যোগে স্বপ্রকাশিত জ্যোতিতে জ্যোতির্ম্ময় হইয়া রত্নাকর মহোদধির নীলাম্বরসন্নিভ নীলবর্ণ নীরবসনে রমনীয় রত্নরাজিরূপে বিরাজিত হইতে থাকে। কোন কোন মহৌষধি নক্তকালে আপনা হইতে আভাময় হইয়া অরণ্যানীর চরণতলে মণিময় মঞ্জীররূপে সমুদ্ভাসিত হইতে থাকে। এই জন্য ইহাদিগকে স্বপ্রভ বা আত্মভাসঃ পদার্থ বলা যায়। পরন্তু, যে প্রভাকরের প্রভায় জগৎ প্রকাশিত হয়, তাঁহাকেও শাস্ত্রকারেরা স্বপ্রকাশ বলেন না: যে জ্যোতির্ম্ময় আদি পুরুষের জ্যোতিঃ প্রাপ্ত হইয়া সূর্য্য নক্ষত্রাদি জ্যোতিষ্ক সকল জ্যোতির্ম্ময় হইয়াছে, তিনি ভিন্ন অপর কাহাকেও তাঁহারা স্বপ্রকাশ বলেন না। স্বপ্রকাশ শব্দটী সর্ব্বপ্রকাশয়িতা সর্ব্বনিয়ন্তা সর্ব্বেশ্বরের প্রতি প্রয়োগ করাই সঙ্গত।

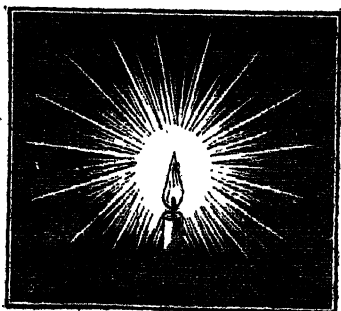
১৩৮। স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ পদার্থ। যে সকল বস্তুর ভিতর দিয়া আলোক কিরণ অবাধে সঞ্চালিত হয়, তাহাদিগকে স্বচ্ছ এবং যে সকল বস্তুর ভিতর দিয়া আলোক কিরণ সঞ্চালিত হয় না তাহাদিগকে অস্বচ্ছ পদার্থ বলে। কাচের ভিতর

দিয়া তৈজস কিরণ অনায়াসে চলিয়া যায়, কিন্তু কাষ্ঠের ভিতর দিয়া চলিয়া যাইতে পারে না। একারণ কাচ ও কাষ্ঠকে যথাক্রমে স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ পদার্থ বলা যায়। যে সকল বস্তুর মধ্যদিয়া তৈজস কিরণ সুচারুরূপে সঞ্চালিত হয়, কখন কখন কেবল তাহাদিগকেই স্বচ্ছ এবং যাহাদের মধ্য দিয়া আলোক কিরণ অল্প পরিমাণে সঞ্চালিত হয়, তাহাদিগকে অস্বচ্ছ পদার্থ বলে। তৈলাক্ত কাগজের ভিতর দিয়া তৈজস কিরণ চলিয়া যায়, কিন্তু অধিক পরিমাণে যাইতে পারে না; এই নিমিত্ত উহাকে স্বচ্ছ না বলিয়া অস্বচ্ছ বলা যায়।

বস্তু মাত্রই কিছু না কিছু আলোক পরিশোষণ করে। বায়ু ও জল স্বচ্ছ বটে, কিন্তু তাহাদের গভীরতা যত অধিক হয়, ততই তাহারা আলোক পরিশোষণ করে। নির্ম্মল অল্প জলের নিম্নস্থ দ্রব্য দেখিতে পাওয়া যায়; কিন্তু অনেক জলের নিম্নস্থ দ্রব্য দেখিতে পাওয়া যায় না। নিম্নস্থ বায়ু উপরিস্থ বায়ু অপেক্ষা ঘন। একারণ উচ্চ গিরিশিখরে অরোহণ করিলে অধিক সংখ্যক নক্ষত্র দৃষ্টি গোচর হয়। যে সকল পদার্থকে আমরা স্বচ্ছ বলি, তাহারাও কিঞ্চিৎ পরিমাণে আপতিত তৈজস কিরণ পরিশোষণ করে। উদয় ও অস্তকালে সূর্য্য রশ্মি যে প্রখর বলিয়া বোধ হয় না, তাহারও প্রধান কারণ এই যে, তৎকালে তাঁহার অংশুজাল নিম্নস্থ ঘন বায়ুর ভিতর দিয়া আসিয়া চক্ষুতে আঘাত করিবার সময় তৎকর্ত্তৃক সমধিক পরিশোষিত হয়।

যেরূপ কোন পদার্থই সম্যগ্‌রূপ স্বচ্ছ নহে, সেইরূপ

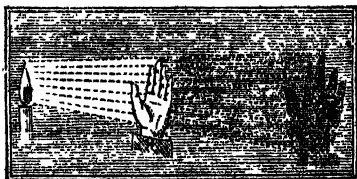
আবার কোন পদার্থই একেবারে অস্বচ্ছ নহে। যে সকল বস্তুকে আমরা অস্বচ্ছ বলি, তাহাদের ভিতর দিয়া কোন কোন অবস্থায় তৈজস কিরণ কিয়ৎপরিমাণে চলিয়া যাইতে পারে। কাঞ্চনকে পিটিয়া পাতলা পাত প্রস্তুত করিলে তাহার মধ্যে দিয়া তৈজস কিরণ অল্প পরিমাণে পরিচালিত হয়। আকাশ, বায়ু, জল, কাচ প্রভৃতি যে সকল বস্তুর মধ্য দিয়া আলোক তরঙ্গ চলিয়া যাইতে পারে, তাহাদিগকে আলোক পরিচালক বা আলোক সঞ্চালক বলা যায়।

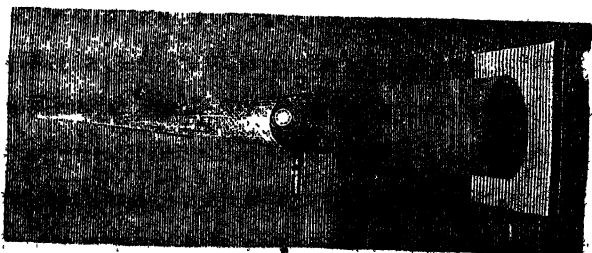
১৩৯। আলোক কিরণ সরল রেখাক্রমে বিকীর্ণ হয়। যে সকল আলোক সঞ্চালক পদার্থ সমঘন, তাহাদের মধ্য দিয়া আলোক কিরণ ঋজুরেখাক্রমে সমন্তাৎ পরিব্যাপ্ত হয়। আলোক কিরণ ঋজুরেখাক্রমে কিরূপে বিকীর্ণ হয় তাহা পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে প্রদর্শিত হইল। গবাক্ষ ছিদ্র দিয়া অন্ধকারাবৃত গৃহে সূর্য্য কিরণ প্রবেশ করিলে গৃহান্তর্গত বায়ুতে ভাসমান ধূলিকণা সকল সরল রেখাক্রমে উড়িতে দেখা যায়। অতএব স্বীকার করিতে হইবে,

সূর্য্যকিরণ উহাদের উপর সরল রেখাক্রমে পতিত হয়। যদি কোন কাগজে একটী ছিদ্র করিয়া সেই কাগজ কোন প্রদীপের সম্মুখে ধরা যায়, তাহা হইলে ছিদ্র দিয়া সরল রেখা-

ক্রমে দীপালোক আসিয়া চক্ষুতে পতিত হয়। যদি ঐরূপ ছিদ্র সম্পন্ন আর কয়েক খানি কাগজ প্রথম কাগজ খানির পশ্চাৎ দিকে রাখা যায়, তাহা হইলে যতক্ষণ ছিদ্রগুলি ঠিক সমসূত্রপাতে অবস্থিত না হয়, ততক্ষণ তাহাদের মধ্যদিয়া দীপালোক দেখিতে পাওয়া যায় না।

১৪০। আলোকের বেগ। পদার্থবিৎ পণ্ডিতগণ নিরূপণ করিয়াছেন, আলোকের বেগ এক সেকেণ্ডে ১,৮৬,০০০ মাইল। সূর্য্য পৃথিবী হইতে ৯,৫০,০০,০০০ মাইল দূরে অবস্থিত; এই কারণ সূর্য্য হইতে পৃথিবীতে সৌর কিরণ পতিত হইতে প্রায় ৮ মিনিট সময় লাগে। বস্তুতঃ আলোকের তুল্য শীঘ্রগামী পদার্থ জড়ময় জগতে আর দ্বিতীয় দৃষ্ট হয় না। তীর, তারা, উল্কা, বায়ু কিছুরই সহিত ইহার বেগের তুলনা হয় না। শব্দতরঙ্গ যে এত দ্রুতগামী, তথাপি আলোকতরঙ্গের সহিত তুলনায় তাহার বেগকেও অকিঞ্চিৎকর বলিয়া বোধ হয়। মেঘ মধ্যে বিদ্যুৎ ও বজ্রধ্বনি একত্রই হইয়া থাকে। কিন্তু বিদ্যুৎ প্রকাশের সঙ্গে সঙ্গে বজ্রধ্বনি শ্রুত হয় না, তাহার কারণ এই যে মেঘজ্যোতিঃ নিমেষমধ্যে আসিয়া দর্শনেন্দ্রিয়ে আঘাত করে, কিন্তু ইরম্মদধ্বনি আসিয়া শ্রবণেন্দ্রিয়ে আঘাত করিতে তদপেক্ষা অধিক সময় লাগে। যখন ঘনঘটাবৃত গগনমণ্ডল হইতে মুষলধারে বারিধারা পতিত হইতে থাকে ও প্রভঞ্জনের প্রবল পরাক্রমে প্রকাণ্ড প্রকাণ্ড মহীরুহ ভয়ঙ্কর বেগে আন্দোলিত হইতে থাকে এবং ক্ষণে ক্ষণে ক্ষণপ্রভা প্রকাশিত হইয়া চতুর্দ্দিক প্রকাশিত করে, তখনও যে বিদ্যুজ্জ্যোতিরুদ্দীপ্ত

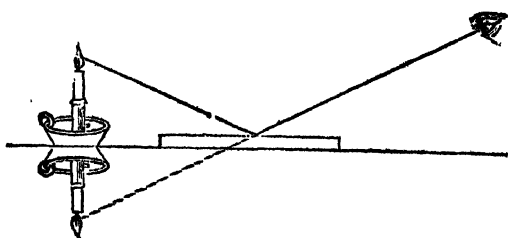
ঝঞ্ঝাবাত বিতাড়িত বিটপীসমূহের প্রতি দৃষ্টিপাত করিলে তাহাদের শাখাপল্লব সকল সুস্থির বলিয়া বোধ হয়, তাহারও কারণ এই যে, বৃক্ষ পত্রাদি হইতে আলোক কিরণ বিকীর্ণ হইয়া আসিয়া চক্ষুরিন্দ্রিয়ে পতিত হইতে যে সময় লাগে, সেই অত্যল্পকাল মধ্যে উহারা বায়ুর বেগে বিচলিত হয় না, বলিলেও অত্যুক্তি হয় না।

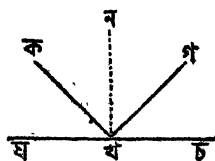
১৪১। ছায়া। অস্বচ্ছ পদার্থের উপর আলোক পতিত হইলে উহার কিরণ তদ্দ্বারা প্রতিরুদ্ধ হয়, এবং বস্তুটীর অপরদিক অন্ধকারময় হয়। এই অন্ধকারময় স্থানের নাম ছায়া। আমাদের হস্ত অস্বচ্ছ এই নিমিত্ত প্রজ্বলিত বাতি ও দেওয়ালের মধ্যে হস্ত ধরিলে দেওয়ালের উপর হস্তের অনুরূপ ছায়া পতিত হয়। জ্বলন্ত বাতির

যত নিকটে হস্ত ধরা যায়, ততই উহার ছায়াটী বৃহৎ দেখায়। আর বাতি হইতে যতদূরে হাত রাখা যায়, ততই উহার ছায়া

অল্প দেখায়। এই চিত্র ও নিম্নস্থ চিত্রদৃষ্টে প্রতীতি হইবে,

একই স্থল হইতে বিকীর্ণ হইলেও আলোক কিরণ সকল যত দূরগামী হয়, ততই তাহাদের অন্তর অধিক হয়। অস্বচ্ছ বস্তুর ঠিক পার্শ্বদেশ দিয়া যে সকল কিরণ চলিয়া যায়, তাহারা যত দূরে যাইয়া পতিত হয় ততই তাহাদের অন্তর অধিক হয়। এই নিমিত্ত যতদূরে যাইয়া কোন বস্তুর ছায়া পতিত হয়, ততই তাহার ছায়ার পরিমাণ অধিক দেখায়।

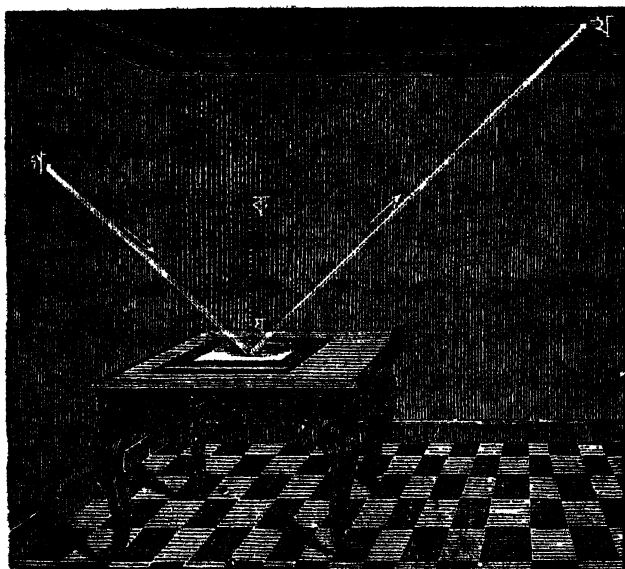
১৪২। দূরত্বের বর্গানুসারে আলোক কিরণের প্রাখর্য্যের হ্রাস। আলোক কিরণ সকল যত দূরগামী হয়, ততই উহাদের প্রাখর্য্যের হ্রাস হয়। এই নিমিত্ত আলোকপ্রদ বস্তু হইতে যে বস্তু যত নিকটে অবস্থিত, তাহা উহার কিরণে তত অধিক উজ্জ্বল হয়। যে বস্তু যতদূরে অবস্থিত, তাহা তত অল্প উজ্জ্বল দেখায়। দ্যোতক ও দ্যোতিত বস্তুর দূরত্ব যদি দ্বিগুণিত, ত্রিগুণিত হইতে থাকে, তাহা হইলে আলোকের প্রাখর্য্য চারিভাগের একভাগ, নয়ভাগের একভাগ হইয়া যায়, ইত্যাদি। অর্থাৎ দূরত্বের বর্গানুসারে আলোকের প্রাখর্য্যের হ্রাস হয়।

১৪৩। আলোক প্রতিফলন। মসৃণ দ্রব্যের উপর আলোক কিরণ পতিত হইলে উহা তৎকর্ত্তৃক প্রতিহত হইয়া প্রতিফলিত হয়। দীপাদি আলোকপ্রদ দ্রব্য হইতে বিনিক্ষিপ্ত হইয়া যে কিরণ দর্পণাদি মসৃণ দ্রব্যের উপর পতিত হয় তাহাকে বিনিক্ষিপ্ত বা আপতিত কিরণ এবং দর্পণাদি কর্ত্তৃক ঐ কিরণ প্রতিহত হইয়া অপর দিকে বিক্ষিপ্ত হইলে তাহাকে প্রতিক্ষিপ্ত বা প্রতিফলিত কিরণ বলা যায়। মসৃণ দ্রব্য কর্ত্তৃক তদুপরি পতিত আলোক কিরণের প্রতিক্ষেপণকে

আলোক প্রতিফলন বলে। যে সকল বস্তু দ্বারা আলোক প্রতিফলিত হয়; তাহাদিগকে আলোকের প্রতিফলক বলিতে পারা যায়। যে কিরণটী যেরূপ বক্রভাবে প্রতিফলক পদার্থের উপর পতিত হয়, তাহা সেইরূপ বক্রভাবে তৎকর্ত্তৃক প্রতিফলিত হয়। দীপ্‌ কিরণ দর্পণের উপর বক্রভাবে পতিত হইয়া তদ্দ্বারা প্রতিহত ও প্রতিক্ষিপ্ত হইয়া কিরূপে কোন্ দিকে দর্শকের চক্ষুতে আঘাত করে তাহা নিম্নস্থ চিত্রে

প্রদর্শিত হইল। এইরূপ একটী পরীক্ষা অনায়াসেই করিতে পারা যায়। ঘরের মেজেতে একটী প্রদীপের কিঞ্চিৎ অন্তরে একখানি দর্পণ চিৎ করিয়া রাখ। তৎপরে দর্পণের যে দিকে প্রদীপ আছে তাহার অপর দিকে যাইয়া দর্পণের প্রতি দৃষ্টিপাত করিলে তন্মধ্য দিয়া প্রদীপের প্রতিবিম্ব দেখিতে পাইবে। প্রদীপটি যদি দর্পণের আরও দূরে কি আরও নিকটে স্থাপিত হয়, তাহা হইলে দর্পণের আরও নিকটে কি আরও দূরে না গেলে ঠিক সেই স্থলে প্রদীপের প্রতিবিম্ব দেখিতে পাইবে না। দীপ শিখা দর্পণের পৃষ্ঠ হইতে যত উচ্চ, উহার প্রতিবিম্ব দর্পণের ঠিক তত নিম্নে অবস্থিত বলিয়া বোধ হইবে। দীপ হইতে যেরূপ বক্রভাবে দর্পণের উপর কিরণ

পতিত হয়, দর্পণ কর্ত্তৃক ঠিক সেইরূপ বক্রভাবে আলোক কিরণ প্রতিক্ষিপ্ত হয়। ফলতঃ যদি কোন মসৃণ সমতল পদার্থের পৃষ্ঠ দেশ ঘ চ হয়, এবং ক খ যদি বিনিক্ষিপ্ত বা আপতিত কিরণ হয়, খ গ যদি প্রতিক্ষিপ্ত বা প্রতিফলিত কিরণ হয় এবং খ ন রেখা যদি ঘচ এর সহিত লম্ব ভাবে অবস্থিত হয়, তাহা হইলে ক খ ও খ ন এর অন্তর্গত কোণ এবং গ খ ও খ ন এর অন্তর্গত কোণ সমান হইবে। খ ন লম্ব রেখার সহিত বিক্ষিপ্ত ক খ কিরণের যে অবনতি. খ ন প্রতিক্ষিপ্ত কিরণের সহিতও উহার ঠিক সেই অবনতি। ক খ আপতিত কিরণ ও খ ন লম্ব রেখার অন্তর্গত কোণকে আপতন কোণ এবং খ গ প্রতিফলিত কিরণ ও খ ন লম্ব রেখার অন্তর্গত কোণকে প্রতিফলন কোণ বলা যায়। আলোক প্রতিফলনের নিয়ম এই যে,"আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ সর্ব্বত্রই সমান।"

গবাক্ষ ছিদ্র দিয়া যদি অন্ধকারময় গৃহে সূর্য্যের অংশু প্রবিষ্ট হইয়া দর্পণের উপর পতিত হয় তাহা হইলে উহা তৎকর্ত্তৃক প্রতিফলিত হইবে এবং আপতন কোণ গঘক ও প্রতিফলন কোণ খঘক সমান হইবে। (পরবর্ত্তী চিত্র দেখ।)

নদীর এক তীরে দাঁড়াইয়া অপর তীরস্থ বৃক্ষাদির প্রতিবিম্ব বিপরীত ভাবে জলমধ্য দিয়া দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার কারণ এই যে বৃক্ষাদি হইতে প্রতিক্ষিপ্ত কিরণাবলী জলের উপর পতিত ও তৎকর্ত্তৃক প্রতিফলিত হইয়া আসিয়া চক্ষুতে পতিত হয়। বৃক্ষাদির শিরোভাগ

জলের উপরিভাগ হইতে যত উচ্চ উহাদের প্রতিবিম্বের শিরোদেশ জলের পৃষ্ঠ দেশ হইতে ততদূর নিম্নে অবস্থিত বলিয়া বোধ হয়।

১৪৪। দর্পণ। দর্পণের ভিতর দিয়া যে আমরা আমাদের প্রতিরূপ দেখিতে পাই; তাহারও কারণ এই যে, আমাদের শরীর হইতে যে সকল আলোক কিরণ দর্পণের উপর পতিত হয় তাহা উহার দ্বারা প্রতিহত হইয়া প্রতিফলিত হয়। ফলতঃ স্বচ্ছ পদার্থের উপর কোন দ্রব্য হইতে আলোক কিরণ পতিত হইয়া প্রতিফলিত হইলে ঐ স্বচ্ছ পদার্থে তাহার প্রতিবিম্ব দৃষ্ট হয়। অতি ক্ষুদ্র দর্পণের দ্বারাও সমুদায় শরীরের প্রতিরূপ নয়নগোচর হয়। যদি দুইখানি সমতল দর্পণ

সমান্তর ভাবে রাখিয়া তাহাদের মধ্যে একটী প্রজ্বলিত দীপ ধৃত হয়, তাহা হইলে উহার বহুসংখ্যক প্রতিরূপ দৃষ্ট হয়। এই প্রতিরূপ গুলির যেটা দর্পণের যত নিকটবর্ত্তী সেটা তত উজ্জ্বল আর যেটা যত দূরবর্ত্তী সেটা তত অনুজ্জ্বল।

দর্পণাদির উপর যে আলোক পতিত হয় তাহা যে সম্যগ্রূপে প্রতিফলিত হয় এরূপ নহে, আলোকের কিয়দংশ উহারা পরিশোষণ করে। সকল বস্তু দ্বারা সমান পরিমাণে আলোক প্রতিফলিত হয় না; আর সকল বস্তু দ্বারা সমান পরিমাণেও আলোক পরিশোষিত হয় না।

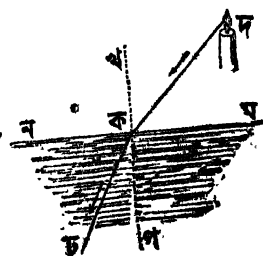
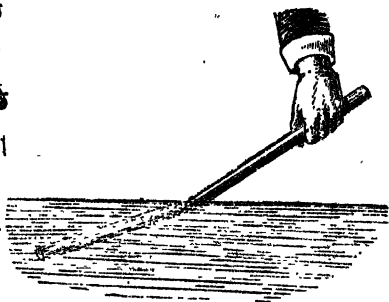
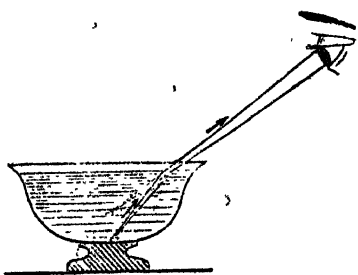
মসৃণ ধাতু দ্রব্য মাত্রেই আলোকের প্রতিফলক। কৃষ্ণবর্ণ দ্রব্য দ্বারা আলোক প্রতিফলিত হয় না।

১৪৫। পরিক্ষিপ্ত আলোক। মসৃণ দ্রব্যের উপর আলোক কিরণ পতিত হইলে সেই আপতিত কিরণ একটী নির্দ্দিষ্ট দিকে প্রতিফলিত বা প্রতিক্ষিপ্ত হয় বটে, কিন্তু অমসৃণ ও অস্বচ্ছ দ্রব্যের উপর যে কিরণ পতিত হয় তাহা সম্যক্রূপে প্রতিক্ষিপ্ত হয় না। উহার কিয়দংশ অন্যান্য দিকে পরিক্ষিপ্ত ও কিয়দংশ তৎকর্ত্তৃক পরিশোষিত হয়।

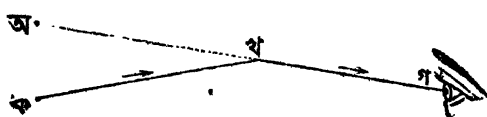
অমসৃণ ও অস্বচ্ছ দ্রব্য কর্ত্তৃক যে আলোক চতুর্দ্দিকে পরিক্ষিপ্ত হয় তদ্দ্বারা উহারা দৃশ্যমান হয়। প্রতিক্ষিপ্ত আলোক দ্বারা প্রতিক্ষেপক বস্তু প্রকাশিত হয় না। যাহার আলোক প্রতিক্ষিপ্ত হয় তাহারই প্রতিরূপ দৃষ্ট হইয়া থাকে। পরিক্ষিপ্ত আলোক দ্বারা পরিক্ষেপক বস্তু প্রকাশিত হয়, যাহার আলোক পরিক্ষিপ্ত হয় তাহার প্রতিরূপ দৃষ্ট হয় না। দর্পণের উপর সূর্য্যের আলোক পতিত হইয়া প্রতিক্ষিপ্ত ও প্রতি-

ফলিত হইলে সূর্য্যেরই প্রতিরূপ দৃষ্ট হয়। ঘরের ভিতরে দাঁড়াইয়া সূর্য্যের দিকে একখানি দর্পণ ধরিলে উহার উপর সূর্য্যে কিরণ পতিত হইয়া তৎকর্তৃক প্রতিফলিত হওয়াতে দেওয়ালের উপর সূর্য্যের প্রতিরূপ দৃষ্ট হয়। এইরূপ স্থলে আমরা দর্পণটী ভাল করিয়া দেখিতে পাই না, সূর্য্যেরই প্রতিরূপ দৃষ্টি করি; কিন্তু অমসৃণ পদার্থের উপর সূর্য্যের কিরণ পতিত হইলে উহা তৎকর্তৃক নির্দ্দিষ্ট দিকে প্রতিক্ষিপ্ত না হইয়া নানাদিকে পরিক্ষিপ্ত হয় ও সেই পরিক্ষিপ্ত আলোকে দ্রব্যটী পরিদৃশ্যমান হইয়া উঠে।

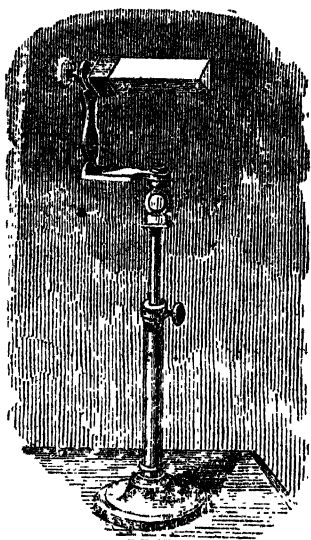
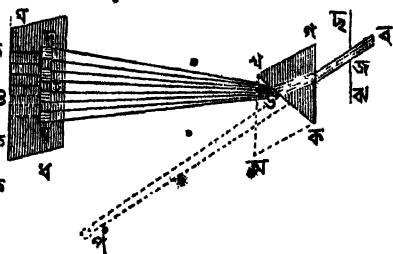
১৪৬। আলোক বিবর্ত্তন। যখন বক্রভাবে কোন আলোক কিরণ একটী স্বচ্ছ পদার্থ হইতে অন্য একটী স্বচ্ছ পদার্থের ভিতরে প্রবেশ করে তখন উহার দিক্ পরিবর্ত্তিত হয়। আলোকের এইরূপ দিক পরিবর্ত্তনকে আলোক বিবর্ত্তন বলা যায়। বায়ু হইতে জলমধ্যে প্রবেশকালে আলোক কিরণ কিরূপে বিবর্ত্তিত হয় তাহা পার্শ্বে প্রদর্শিত হইল। দ দীপ হইতে দ ক কিরণ বায়ু মধ্য দিয়া যাইয়া জল মধ্যে প্রবেশকালে দ ক বর্দ্ধিত রেখা ক্রমে না যাইয়া কচ রেখাক্রমে যায়। দ ক কিরণকে আপতিত কিরণ, ক চ কিরণকে বিবর্ত্তিত কিরণ বলা যায়। জল হইতে বায়ুতে প্রবেশকালে আলোক কিরণ বিবর্ত্তিত হয় ইহা জলমধ্যে একটী পেন্সিল কি ছড়ির কিয়দংশ ডুবাইয়া ধরিয়া দেখিলেই প্রতীতি হইবে। জলের উপরিভাগে উহার যে অংশ অব-

দ
খ
ন ক ঘ
চ গ

স্থিত তাহা যথা স্থানে দৃষ্ট হয়। কিন্তু জলমধ্যে যে অংশ নিমগ্ন থাকে তাহা হইতে আলোক কিরণ আসিয়া বায়ুর মধ্যে প্রবেশকালে বিবর্ত্তিত হওয়াতে বোধ হয় যেন জলের পৃষ্ঠ দেশের নিকট উহা বক্রীভূত হইয়াছে।

একটী কাঁসার কি পিতলের বাটী মধ্যে একটী টাকা রাখিয়া তাহার নিকট হইতে ক্রমশঃ সরিয়া যাও, এবং অবশেষে যেখানে উপস্থিত হইলেই টাকাটী আর দেখিতে পাওয়া যায় না, সেইখানে দাঁড়াও। তৎপরে বাটীর মধ্যে একজনকে জল ঢালিয়া দিতে বল। বাটীতে জল ঢালিলেই পুনরায় টাকাটী দেখিতে পাইবে। ইহার কারণ এই যে, যে সকল কিরণ পূর্ব্বে বাটীর কিনারা দিয়া উঠিয়া তোমার মস্তকের উপর দিয়া চলিয়া যাইতেছিল, জল ঢালার পর তাহা বক্রীভূত বা বিবর্ত্তিত হইয়া আসিয়া চক্ষুতে পতিত হয়।

জলমধ্যে নিমজ্জিত দ্রব্য সকল বাস্তবিক যত নিম্নে অবস্থিত, উহাদিগকে তদপেক্ষা উচ্চে অবস্থিত বলিয়া বোধ

হয়। এই আলোক বিবর্ত্তন বশতঃ জলাশয়ে জলের নিম্নস্থ মাটী অপেক্ষাকৃত উচ্চে অবস্থিত বলিয়া বোধ হয়। নদ নদীতে জলের ভিতর দিয়া তলদেশস্থ মৃত্তিকা দৃষ্ট হইলে উহার গভীরতা আপাততঃ যত অল্প বোধ হয়, তত অল্প মনে করিলে সময়ে সময়ে বিপদে পড়িতে হয়।

এই আলোক বিবর্ত্তন বশতঃ আমরা অনেক সময় দ্রব্য সকলকে যথাস্থানে দেখিতে পাই না। নিম্নস্থ দ্রব্যকে অনেক সময়ে ঊর্দ্ধে দেখি। ক বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুকে অ বিন্দুতে

অবস্থিত বলিয়া বোধ করি। সূর্য্য চন্দ্র নক্ষত্রাদির আলোক বায়ুমধ্য দিয়া আসিবার সময় এইরূপে বিবর্ত্তিত হওয়াতে তাহারা চক্রবাল রেখার উপরি উঠিবার পূর্ব্বেও এবং নিম্নে যাইবার পরেও তাহাদিগকে কিয়ৎক্ষণ ধরিয়া আমরা দেখিতে পাই। অর্থাৎ প্রকৃত উদয়ের পূর্ব্বে ও অস্তের পরে তাহাদিগের উদয় ও অস্ত দৃষ্ট হয়।

১৪৭। বর্ণ। ত্র্যস্র বা ত্রিশির কাচদ্বারা আলোক কিরণ বক্রীভূত বা বিবর্ত্তিত হয়। পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে একটী ত্রিশির

কাচের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল, এই রূপে কাচ খণ্ডের ভিতর দিয়া শুভ্র সূর্য্যালোক সঞ্চালিত হইলে উহা লোহিত, পাটল, পীত, হরিৎ, নীল, সুনীল, ধূমল, প্রধানতঃ এই সপ্ত প্রকার বিভিন্নবর্ণের আলোকে পরিণত হয়। অতএব স্বীকার করিতে হইবে এই সপ্ত বর্ণের আলোকের সংযোগে শুভ্র সূর্য্যালোক উৎপন্ন হয়। সূর্য্যালোক কোন বস্তুর উপর পতিত হইলে যে বর্ণের আলোক তৎকর্ত্তৃক পরিক্ষিপ্ত হয় উহাকে সেই বর্ণ বিশিষ্ট দেখায়। যদ্দ্বারা লোহিত বর্ণ আলোক পরিক্ষিপ্ত ও অন্যান্য বর্ণের আলোক পরিশোষিত হয় তাহাকে লোহিতবর্ণ বলিয়া বোধ হয়; যদ্দ্বারা পীতবর্ণের আলোক পরিক্ষিপ্ত ও অন্যান্য বর্ণের আলোক পরিশোষিত হয় তাহাকে পীতবর্ণ বলিয়া বোধ হয়, ইত্যাদি। ত্রিশির কাচ দ্বারা যেরূপ আলোক বিবর্ত্তিত হয়, বৃষ্টির সময়ে জলকণা দ্বারাও সেইরূপ হইয়া থাকে; এইজন্য সূর্য্যকিরণ মেঘের উপর পতিত হইলে সপ্তবর্ণ সম্পন্ন শক্রধনু উৎপন্ন হয়।

নবম অধ্যায়।

অয়স্কান্ত ও অয়স্কর্ষণী শক্তি।

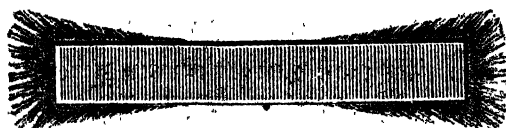
১৪৮। অয়স্কান্ত। যে শক্তি দ্বারা কোন কোন দ্রব্য অয়ঃ অর্থাৎ লৌহ আকর্ষণ করে তাহার নাম অয়স্কর্ষণী শক্তি। যে সকল দ্রব্য অয়ঃ অর্থাৎ লৌহ আকর্ষণ করে তাহাদিগকে অয়স্কর্ষক বা অয়স্কান্ত বলা যায়।

স্বাভাবিক ও কৃত্রিম ভেদে অয়স্কর্ষক দ্বিবিধ। যে সকল পদার্থ স্বভাবতঃ অয়স্কর্ষণী শক্তি সম্পন্ন তাহাদিগকে স্বাভাবিক এবং যে সকল দ্রব্য ক্রিয়া বিশেষ দ্বারা লৌহাকর্ষণী শক্তি সম্পন্ন হয় তাহাদিগকে কৃত্রিম অয়স্কান্ত বলে। স্বাভাবিক অয়স্কান্ত লৌহ ও অম্লজনক ঘটিত এক প্রকার আকরিক পদার্থ। ইস্পাতকে অতিশয় উত্তপ্ত করিয়া সহসা জলমগ্ন করিলে উহা অত্যন্ত কঠোর হইয়া উঠে। তৎপরে কোন পরাক্রান্ত অয়স্কান্তের সহিত যথাবিধানে সঙ্ঘর্ষণ করিলে অয়স্কর্ষণী শক্তি সম্পন্ন হয়। এই রূপে যে ইস্পাত অয়স্কর্ষণ গুণ বিশিষ্ট হয় তাহাকে কৃত্রিম অয়স্কান্ত বলা যায়। লৌহ ও অম্লজনক ঘটিত যে সকল আকরিক দ্রব্য স্বভাবতঃ অয়স্কর্ষক তাহাদিগকে অয়স্কান্তমণি বলে। অয়স্কান্ত মণিকে সচরাচর চুম্বক পাথর বলিয়া থাকে। চুম্বক পাথর না বলিয়া সংক্ষেপে চুম্বকও বলা যায়। চুম্বক শব্দটী অধুনা স্বাভাবিক

ও কৃত্রিম উভয় বিধ অয়স্কর্ষক পদার্থেরই প্রতি প্রযুক্ত হইয়া থাকে।

কোন কোন দ্রব্য অয়স্কর্ষণী শক্তি প্রাপ্ত হইয়াও অধিক কাল তাহা ধারণ করিতে পারে না। যতক্ষণ কোন প্রক্রিয়া বিশেষের অধীন থাকে ততক্ষণ তাহাদের আকর্ষণী শক্তিও থাকে। আর কতকগুলি দ্রব্য এক বার অয়স্কর্ষণী শক্তি বিশিষ্ট হইলে বহুকাল সেই শক্তি সম্পন্ন থাকে। সে সকল পদার্থের অয়স্কর্ষণী শক্তি স্থায়ী তাহাদিগকে স্থায়ী বা নিত্য, আর যাহাদের অয়স্কর্ষণী শক্তি নিমিত্তাধীন ও অস্থায়ী তাহাদিগকে নৈমিত্তিক বা অস্থায়ী অয়স্কান্ত বলা যায়।

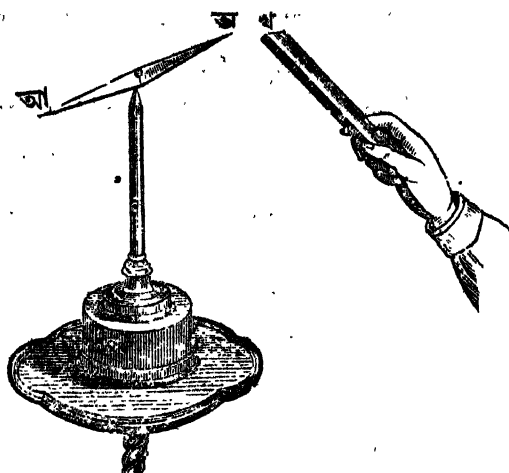
কৃত্রিম অয়স্কান্ত সাধারণতঃ ত্রিবিধ,—সরল দণ্ডাকার, সূচ্যাকার ও বক্র অশ্বশফাকার। দণ্ডাকার অয়স্কান্ত ন্যূনাধিক এক হস্ত পরিমিত দীর্ঘ হইয়া থাকে। সূচ্যাকার অয়স্কান্ত দ্বিমুখ সূচীর ন্যায় সূক্ষ্ম শলাকা বই আর কিছুই নহে। ইহাকে সূত্র দ্বারা ঝুলাইয়া দিলে কিম্বা সূক্ষ্মাগ্র দণ্ডের উপর রাখিলে এদিকে ওদিকে ঘুরিতে ফিরিতে পারে। আর দণ্ডাকার অয়স্কান্ত অশ্বশফাকারে বক্রীভূত হইলে তাহাকে বক্র ও অশ্বশফাকৃতি অয়স্কান্ত বলা যায়।

দণ্ডাকার কৃত্রিম অয়স্কান্ত কর্তৃক সমীপস্থ লৌহ কিরূপ ভাবে আকৃষ্ট হয় তাহা নিম্নস্থ চিত্রে প্রদর্শিত হইল। ইহার

প্রান্তদ্বয় কর্তৃক সমধিক লৌহ চূর্ণ আকৃষ্ট হইয়া থাকে এবং

প্রান্ত ভাগ হইতে মধ্য দেশের দিকে যত যাওয়া যায় ততই আকৃষ্ট লৌহ চূর্ণের পরিমাণ উত্তরোত্তর অল্প দৃষ্ট হয় এবং অবশেষে মধ্যভাগে কিছুমাত্র লৌহচূর্ণ আকৃষ্ট হইতে দৃষ্ট হয় না। সুতরাং স্বীকার করিতে হইবে, অয়স্কান্তের সর্ব্বাংশের আকর্ষণী শক্তি সমান নহে। প্রান্তভাগে আকর্ষণী শক্তি সর্ব্বাপেক্ষা অধিক এবং মধ্যদেশে সর্ব্বাপেক্ষা অল্প।

১৪৯। অয়স্কান্তের মেরু। সূচ্যাকার কৃত্রিম অয়স্কান্ত স্বতন্ত্র ভাবে লম্বিত হইলে উহার একটী প্রান্ত উত্তর মুখ ও অপর প্রান্ত দক্ষিণ মুখ হইয়া থাকে। অয়স্কান্তের প্রান্তদ্বয়কে উহার মেরু বলে। উহার যে প্রান্তটী পৃথিবীর উত্তরদিকে অর্থাৎ সুমেরুর অভিমুখে মুখ করিয়া থাকে তাহাকে উহার উত্তর মেরু, উদীচ্য মেরু ও সুমেরু বলা যায় এবং যে প্রান্তটী পৃথিবীর দক্ষিণ দিকে অর্থাৎ কুমেরুর অভিমুখে মুখ করিয়া থাকে তাহাকে উহার দক্ষিণ মেরু বা কুমেরু শব্দে নির্দ্দেশ করা যায়।

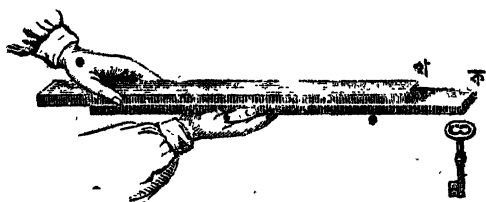
১৫০। অয়স্কান্তের মেরুদ্বয়ের আকর্ষণী শক্তি এক জাতীয় নহে। অয়স্কান্তের উভয় মেরু দ্বারাই লৌহ আকৃষ্ট হয় বটে, কিন্তু উভয় মেরুর আকর্ষণীশক্তি একজাতীয় নহে, দুইটী অয়স্কান্তের সমমেরু সমীপস্থ হইলে তাহারা পরস্পরকে আকর্ষণ না করিয়া বরং বিকর্ষণ করিয়া দূরবর্ত্তী হয় এবং বিষম মেরুদ্বয় সমীপস্থ হইলে তাহারা পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া সন্নিকৃষ্ট হয়। যদি কোন সূচ্যাকার অয়স্কান্ত ঘুরিতে ফিরিতে পারে এরূপ ভাবে কোন সূত্রদ্বারা লম্বিত কি কোন সূক্ষ্মাগ্র দণ্ডের উপরিস্থাপিত হয় তাহা হইলে তাহার সুমেরু সন্নিধানে

কোন দণ্ডাকার অয়স্কান্তের যে প্রান্ত ধরিলে সুমেরুটী তাহার

দিকে আকৃষ্ট হইয়া আসিবে তাহার অপর প্রান্ত ধরিলে উহা দূরবর্ত্তী হইবে। আরও পরীক্ষা করিয়া দেখিলে দৃষ্ট হইবে, দণ্ডাকার অয়স্কান্তের যে প্রান্ত দ্বারা সূচ্যাকার অয়স্কর্ষক শলাকার সুমেরু আকৃষ্ট হয় তদ্দ্বারা উহার কুমেরু আকৃষ্ট হওয়া দূরে থাকুক বরং বিপ্রকৃষ্ট হয় এবং তাহার অপর প্রান্ত দ্বারা কুমেরু আকৃষ্ট হয় এবং সুমেরু বিপ্রকৃষ্ট হয়।

১৫১। অয়স্কান্তের মেরু দ্বয়ের আকর্ষণ বিকর্ষণ বিষয়ক নিয়ম। সূচ্যাকার অয়স্কান্ত সন্নিধানে অপর একটী সূচ্যাকার অয়স্কান্ত ধৃত হইলে দেখিতে পাওয়া যায় যে, তাহাদের সুমেরু ও কুমেরু পরস্পরকে আকর্ষণ করে এবং সুমেরু সুমেরুকে ও কুমেরু কুমেরুকে বিপ্রকর্ষণ করে। দণ্ডাকার অয়স্কান্তের যে প্রান্তটী সূচ্যাকার অয়স্কান্তের উত্তরাস্ত মেরুদ্বারা

আকৃষ্ট হয় তাহা উহার দক্ষিণ মেরু বা কুমেরু এবং যে প্রান্তটী দক্ষিণামুখ মেরুদ্বারা আকৃষ্ট হয় তাহাই উহার উত্তর মেরু বা সুমেরু। এক্ষণে দৃষ্ট হইতেছে "অয়স্কান্তদিগের সমমেরু বা সদৃশমেরু সকল পরস্পরকে বিপ্রকর্ষণ এবং বিষমমেরু বা বিসদৃশ মেরু সকল পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া থাকে"। এই নিয়মটীকে অয়স্কান্তদিগের আকর্ষণ বিকর্ষণ বিষয়ক নিয়ম বলা যায়।

আমাদের এই পৃথিবী একটী বিশাল অয়স্কান্তের স্বরূপ। চুম্বক শলাকার উত্তরাস্যমেরু ও পৃথিবীর উত্তরমেরু বা সুমেরু বিষম অয়স্কর্ষক ধর্ম্মবিশিষ্ট। এইরূপ আবার চুম্বকের দক্ষিণ-মেরু ও পৃথিবীর দক্ষিণমেরু বিষম অয়স্কর্ষক ধর্ম্ম সম্পন্ন। এই জন্য অয়স্কান্তের উত্তরাস্য ও দক্ষিণাস্য মেরু পৃথিবীর উত্তর ও দক্ষিণমেরুর দিকে আকৃষ্ট হয়।

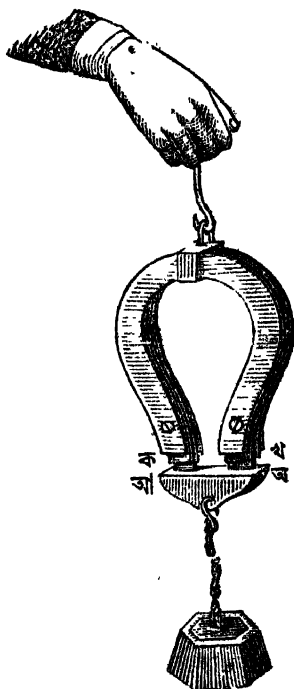
বিষম মেরুদ্বয়ের গুণ বৈষম্য নিম্নলিখিত পরীক্ষাদ্বারা প্রতিপন্ন করিতে পারা যায়। একটী সরল দণ্ডাকার চুম্বকের

কোন মেরুর নিম্নে একটী লৌহ নির্ম্মিত চাবি ধর, উহা তৎ-কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইবে। তৎপরে উহার উপর দিয়া বিপরীত মুখ করিয়া ধীরে ধীরে সেইরূপ অপর একটী দণ্ডাকার চুম্বক পরিচালিত কর। উপরিস্থ দণ্ডের বিষম মেরুটী

নিম্নস্থ দণ্ডের চাবিসংলগ্ন প্রান্তের সন্নিহিত হইলেই চাবিটী পড়িয়া যাইবে। উপরিস্থ দণ্ডাকার চুম্বকটী উঠাইয়া লও; চাবিটী আবার আকৃষ্ট হইবে। দুইটী বিষমমেরু সন্নিহিত হইয়া পরস্পরের গুণ নষ্ট করে, একারণ যতক্ষণ দুইটী বিষমমেরু সন্নিহিত থাকে, ততক্ষণ লৌহ চাবিটী আকৃষ্ট হয় না। উভয় দণ্ডের সদৃশমেরু পরস্পরের সন্নিহিত হইলে তাহাদের আকর্ষণশক্তির হ্রাস না হইয়া বরং বৃদ্ধি হয়, একারণ চাবি সংলগ্নমেরুর উপর যদি উপরিস্থ দণ্ডের সদৃশমেরু স্থাপিত হয় তাহা হইলে চাবিটী পড়িয়া না যাইয়া বরং আরও অধিক বলে আকৃষ্ট হয়।

১৫২। চুম্বক ধর্ম্ম সঞ্চারণ। কোন সরল দণ্ডাকার চুম্বকের মেরুর নিম্নে ধৃত লৌহ চাবি তৎকর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইলে, ঐ চাবির নিম্নে যদি আরও চাবি ধরা যায় তাহা হইলে তাহারা আকৃষ্ট হয়। তাহার কারণ এই যে, প্রথম চাবিটী তৎকালে চুম্বক ভাবাপন্ন হইয়া দ্বিতীয় চাবিকে আকর্ষণ করে, দ্বিতীয় চাবিও চুম্বক ধর্ম্মাক্রান্ত হইয়া তৃতীয় চাবিকে আক-র্ষণ করে, ইত্যাদি। দণ্ডাকৃতি চুম্বকের কোন মেরুর নিকট কোন লৌহ চাবি ধৃত হইলে চাবিটীর যে দিক সেই মেরু সংলগ্ন তাহাতে উক্তমেরুর বিপরীত মেরুর শক্তি সঞ্চার হয়, এবং অপরদিকে তাহার সদৃশমেরু শক্তি সঞ্চার হয়, আবার প্রথম চাবিটীতে চুম্বক শক্তির সঞ্চার বশতঃ দ্বিতীয় চাবিটীতে ঐরূপে চুম্বকশক্তির সঞ্চার হয় ইত্যাদি। প্রথম চাবিটী যদি উত্তরমেরুর নিম্নে ধৃত হয় তাহা হইলে চাবিগুলির উপর দিকে চুম্বকের দক্ষিণমেরুর ধর্ম্ম ও নিম্নভাগে উত্তরমেরুর

ধর্ম্মসঞ্চার হয়। দক্ষিণমেরুর নিম্নে ধৃত হইলে উহার বিপরীত হইয়া থাকে।

অশ্ব শফাকার চুম্বকের অগ্রভাগে একখণ্ড লৌহ থাকে এই লৌহ থাকাতে চুম্বকের ধর্ম্ম সহসা নষ্ট হয় না। এই জন্য ইহাকে চুম্বকের কবচ ও অয়স্কান্ত সংরক্ষক বলা যায়।

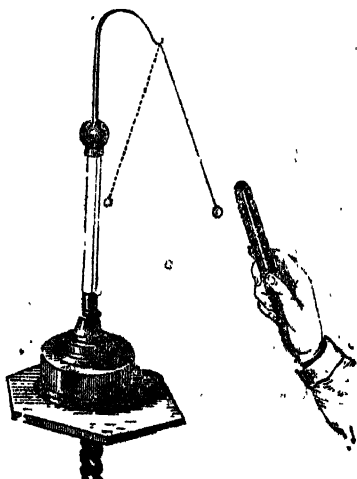
চুম্বক শলাকা উত্তর ও দক্ষিণ মুখ হইয়া থাকে। এই জন্য চুম্বক ধর্ম্মাক্রান্ত শলাকা-দ্বারা দিগ্দর্শন যন্ত্র বিনির্ম্মিত হইয়া থাকে। ঘোর অন্ধ-কারাবৃত রাত্রিতেও এই যন্ত্র সাহায্যে নাবিকগণ দিঙ্-নির্ণয় করিয়া মহার্ণব পারে গমন করিতে সমর্থ হইয়া থাকেন।

দশম অধ্যায়।

তড়িৎ শক্তি।

১৫৩। তড়িৎ। সঙ্ঘর্ষণ, নিষ্পেষণ, রাসায়নিক আকর্ষণ, তাপ ও অয়স্কর্ষণ বশতঃ কোন কোন জড় দ্রব্য যে অদ্ভুত শক্তি বিশিষ্ট হইয়া কখন বা অন্যান্য দ্রব্যকে আকর্ষণ করে, কখন বা সমুত্তেজিত হইয়া অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বিক্ষেপ করে, কখন বা প্রভাময় হইয়া চতুর্দ্দিক প্রভাময় করে, কখন বা রাসায়নিক সংযোগে সংযুক্ত দ্রব্যকে বিযুক্ত ও কখন বা অসংযুক্ত দ্রব্যকে রাসায়নিক সংযোগে সংযুক্ত করে, কখন বা তড়িত্বান মেঘের অন্তরাল হইতে ক্ষণপ্রভা সৌদামিনীরূপে প্রকাশিত হইয়া দিঙ্মণ্ডল আলোকিত করতঃ দারুণ বজ্রাঘাতে লোক সকলকে ব্যাকুলিত ও কখন কখন কাহাকেও বা নিহত করে, তাহাকেই আমরা তড়িৎ বলিয়া নির্দ্দেশ করি।

১৫৪। তড়িৎ প্রভব। সংঘর্ষণ ও রাসায়নিক আকর্ষণ এই দুইটী তড়িৎ উৎপত্তির কারণ সমূহের মধ্যে প্রধান। জড় দ্রব্যের নিষ্পেষণ ও বিদারণ বশতঃও তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া থাকে। অন্ধকার গৃহে শর্করা পিণ্ড ভগ্ন করিলে একপ্রকার মন্দালোক দৃষ্ট হয়। অন্ধকারময় স্থলে সহসা বিদীর্ণ হইলে অভ্র হইতে জ্যোতিঃ প্রস্ফুরিত হয়। শর্করা পিণ্ড ও অভ্র খণ্ড হইতে তড়িৎ বিমুক্ত হয় বলিয়া এইরূপ আলোক প্রস্ফুরণ হইয়া

থাকে। উষ্ণানুষ্ণতার তারতম্য বশতঃও তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া থাকে। কোন কোন খনিজ দ্রব্য উত্তাপ ও শৈত্যের ইতর বিশেষ নিবন্ধন তড়িৎ সম্পন্ন হয়।

১৫৫। সঙ্ঘর্ষণ সম্ভূত তড়িৎ। কোন কোন দ্রব্যের পরস্পর সঙ্ঘর্ষণে তড়িৎ উৎপন্ন হয়। একটী শুষ্ক কাচ দণ্ড এক হস্তে ধরিয়া অপর হস্তে একখানি পরিশুষ্ক পট্টবস্ত্র লইয়া তদ্দারা কাচদণ্ড ঘর্ষণ করিলে উক্ত কাচদণ্ড দ্বারা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাগজখণ্ড, শোলার খণ্ড, প্রভৃতি লঘু দ্রব্য আকৃষ্ট হয়। একটী জতুদণ্ড ঐরূপ পরিশুদ্ধ লোমজবস্ত্র দ্বারা ঘর্ষণ করিলে সেই জৌদণ্ড দ্বারাও ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র শোলার খণ্ড প্রভৃতি লঘু দ্রব্য আকৃষ্ট হইয়া থাকে। কাচদণ্ড ও লাক্ষাদণ্ডের পরিবর্ত্তে একখানি সামান্য রবরের চিরুণী ফ্লানেল কি কম্বল দিয়া ঘর্ষণ করিলে তাহা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাগজ খণ্ড, শোলার খণ্ড, লাজা বা খই প্রভৃতি লঘু দ্রব্য আকর্ষণ করিতে সমর্থ হয়। কোন কাচ নির্ম্মিত দণ্ডাকার আধারের উপরিভাগে একটী বক্রাকার ধাতুময় তার স্থাপন করিয়া যদি তাহার অগ্রভাগ হইতে এক গাছি রেশমী সূত্র দ্বারা একটী শোলা নির্ম্মিত বর্ত্তুল লম্বিত করিয়া দেওয়া

যায় তাহা হইলে তাহার সন্নিধানে কাচদণ্ড কি লাক্ষাদণ্ড

আনীত হইলে তাহাদের আকর্ষণ বিকর্ষণ শক্তির পরিচয় প্রাপ্ত হওয়া যায়। তাহারা যদি তড়িৎসম্পন্ন না হয় তাহা হইলে সূত্র লম্বিত শোলার বর্ত্তুল তদ্দ্বারা আকৃষ্ট হইবে না। কিন্তু পূর্ব্বোক্ত প্রণালীতে সংঘৃষ্ট হইয়া তাহারা যদি তড়িৎ সম্পন্ন হইয়া থাকে তাহা হইলে বর্ত্তুলসমীপেধৃত হইবামাত্র বর্ত্তুলটী তাহার দিকে আকৃষ্ট হইয়া আসিবে। এই যন্ত্র দ্বারা কোন বস্তু তড়িৎসম্পন্ন কি না তাহার চাক্ষুষ প্রমাণপাওয়া যায় এই জন্য ইহাকে তড়িদ্বীক্ষণ যন্ত্র বলিতে পারা যায়। ইহার আকৃতি পরিদোলকের ন্যায়, এজন্য ইহাকে তড়িৎ পরিদোলকও বলে।

১৫৬। তড়িৎ দ্বিবিধ। পট্টবস্ত্র সহিত সঙ্ঘর্ষণ বশতঃ কোন কাচদণ্ড তড়িৎ শক্তি সম্পন্ন হইলে তড়িৎ পরিদোলকের বর্ত্তুল তৎকর্ত্তৃক আকৃষ্ট হয় বটে, কিন্তু অধিকক্ষণ আকৃষ্ট হইয়া থাকে না। কিয়ৎক্ষণ সংস্পৃষ্ট, থাকিলেই বর্ত্তুলটী তড়িৎ বিশিষ্ট হইয়া বিপ্রকৃষ্ট হয়। যতক্ষণ বর্ত্তুলটী কাচদণ্ডোদ্দীপ্ত তড়িৎ বিশিষ্ট থাকে ততক্ষণ কাচদণ্ড ও বর্ত্তুল পরস্পরকে বিপ্রকর্ষণ করে। কোন লাক্ষাদণ্ড ফ্লানেলের সহিত ঘর্ষণ করিলে যখন উহা তড়িৎ সম্পন্ন হয় তখন উহার দ্বারাও তড়িৎ পরিদোলেকের বর্ত্তুল ঐরূপে আকৃষ্ট হইয়া পুনরায় বিপ্রকৃষ্ট হয়। সংঘৃষ্ট তড়িৎ বিশিষ্ট কাচদণ্ড কর্ত্তৃক আকৃষ্ট ও প্রত্যাকৃষ্ট বর্ত্তুল সমীপে সংঘৃষ্ট তড়িৎ বিশিষ্ট লাক্ষাদণ্ড ধৃত হইলে সেই প্রত্যাকৃষ্ট বর্ত্তুল তৎকর্ত্তৃক আকৃষ্ট হয় এবং সংঘৃষ্ট তড়িৎ বিশিষ্ট লাক্ষাদণ্ড কর্ত্তৃক আকৃষ্ট ও প্রত্যাকৃষ্ট বর্ত্তুল সংঘৃষ্ট তড়িৎ সম্পন্ন কাচদণ্ড কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হয়। কাচদণ্ডোদ্দীপ্ত তড়িদ্বান বর্ত্তুল সন্নিধানে তড়িদ্বান কাচদণ্ড ও

লাক্ষাদণ্ড যথাক্রমে ধৃত হইলে বিকর্ষণ ও আকর্ষণ দৃষ্ট হয় এবং লাক্ষাদণ্ডোদ্দীপ্ত তড়িদ্বান্‌ বর্ত্তুল সমীপে তড়িদ্বান্‌ কাচদণ্ড ও লাক্ষাদণ্ড ক্রমান্বয়ে ধৃত হইলে যথাক্রমে আকর্ষণ ও বিকর্ষণ দৃষ্ট হয়। অতএব স্বীকার করিতে হইবে, সংঘৃষ্ট কাচদণ্ড ও সংঘৃষ্ট লাক্ষাদণ্ড এক জাতীয় তড়িৎ সম্পন্ন নহে। রেশমের সহিত সঙ্ঘর্ষণ বশতঃ কাচ যে তড়িৎ সম্পন্ন হয় তাহাকে কাচজ ও পশমের সহিত সঙ্ঘর্ষণে লাক্ষা যে তড়িৎ সম্পন্ন হয় তাহাকে লাক্ষাজ তড়িৎ বলে। সকল বস্তুই এই দুই তড়িৎ সম্পন্ন। ঘর্ষণাদি দ্বারা কোন বস্তুতে ইহাদের একের আধিক্য হইলে তখনই আমরা তাহাকে তড়িৎ সম্পন্ন বলি। এই দুই প্রকার তড়িৎ সাম্য-ভাবে সকল দ্রব্যেতেই আছে। যে সকল দ্রব্যকে আমরা তড়িৎ বিশিষ্ট বলি তাহারা অধিক পরিমাণে এক জাতীয় তড়িৎ বিশিষ্ট, আর যাহাদিগকে তড়িদ্বিহীন মনে করি তাহারা সাম্যভাবাপন্ন উভয়বিধ তড়িৎ সম্পন্ন।

কাচজ ও লাক্ষাজ তড়িৎ একই তড়িৎ শক্তির ভিন্নরূপ মাত্র। নর ও নারী এই উভয় লইয়া যেরূপ নরজাতি, তদ্রূপ এই উভয়বিধ তড়িৎ লইয়া পূর্ণ তড়িৎ শক্তি, এই জন্য ইহা-দিগকে পুরুষ তড়িৎ ও প্রধান তড়িৎ বা প্রকৃতি তড়িৎ বলিতে পারা যায়। কাচজ তড়িৎকে পুরুষ তড়িৎ ও লাক্ষাজ তড়িৎকে প্রধান তড়িৎ বা প্রকৃতি তড়িৎ বলা যাইতে পারে। কেহ কেহ ইহাদিগকে ধন তড়িৎ ও ঋণ তড়িৎ বলিয়া নির্দ্দেশ করিয়াছেন। আমরা ইহাদিগকে পর তড়িৎ ও পরা তড়িৎ বা অপর তড়িৎ বলিয়া নির্দ্দেশ করিব।

১৫৭। তড়িত আকর্ষণ বিকর্ষণ বিষয়ক নিয়ম। সম তড়িৎ সম্পন্ন দ্রব্য সকল পরস্পরকে বিকর্ষণ এবং বিষম তড়িৎ বিশিষ্ট দ্রব্য সকল পরস্পরকে আকর্ষণ করে। যদি দুইটী দ্রব্যের প্রত্যেকটী এক জাতীয় তড়িৎ বিশিষ্ট হয় তাহা হইলে তাহারা পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। আর যদি একটী এক জাতীয় ও অপরটী অন্য জাতীয় তড়িৎ সম্পন্ন হয়, তাহা হইলে তাহারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে। যদি দুইটী দ্রব্যের প্রত্যেকটীই কাচজ বা পরতড়িৎ কিম্বা লাক্ষাজ বা অপর তড়িৎ বিশিষ্ট হয় তাহা হইলে তাহারা পরস্পরকে বিকর্ষণ করিয়া দূরবর্ত্তী হয় ; কিন্তু, যদি একটী পুরুষ বা পরতড়িৎ এবং অন্যটী প্রধান বা পরা তড়িৎ বিশিষ্ট হয়, তাহা হইলে তাহারা পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া নিকটবর্ত্তী হয়।

১৫৮। তড়িৎ পরিচালক ও অপরিচালক পদার্থ। সঙ্ঘর্ষণ বশতঃ কাচদণ্ড কি লাক্ষা দণ্ডের এক দিক্ তড়িৎ বিশিষ্ট হইলেও তাহাদের অপর দিক্ তড়িৎ সম্পন্ন হয় না। কেননা কাচ ও লাক্ষা দ্বারা তড়িৎ পরিচালিত হয় না। কিন্তু ধাতুময় দণ্ডের এক অংশ তড়িৎ বিশিষ্ট হইলে উহার সর্ব্বাংশ তড়িৎ সম্পন্ন হয়। কেননা ধাতু দ্রব্য মাত্রই পরিচালক। যে সকল দ্রব্য দ্বারা তড়িৎ পরিচালিত হয় তাহাদিগকে তড়িতের পরিচালক ও যে সকল বস্তু কর্ত্তৃক তড়িৎ পরিচালিত হয় না, তাহাদিগকে অপরিচালক বলা যায়। কোন দ্রব্য দ্বারাই সম্পূর্ণরূপে তড়িৎ পরিচালিত হয় না এবং কিছুমাত্র তড়িৎ পরিচালন করে না এমন দ্রব্যও প্রায় দৃষ্ট হয় না। তথাপি যে সকল বস্তু সুন্দররূপে তড়িৎ পরিচালন

করে তাহাদিগকে সুপরিচালক, যাহারা অল্পমাত্রায় পরিচালন করে তাহাদিগকে মন্দ পরিচালক বা কুপরিচালক এবং যে সকল দ্রব্য দ্বারা তড়িৎ পরিচালিত হয় না তাহাদিগকে অপ-রিচালক বলা যায়। ধাতু দ্রব্য, জল, জীবশরীর প্রভৃতি দ্রব্য সুপরিচালক; সুরাসার ও শুষ্ক কাষ্ঠ কুপরিচালক, বায়বীয় দ্রব্য, শুষ্ক কাগজ, রেশম, হীরকাদিমণি, কাঁচ, গন্ধক, লাক্ষা, ধূনা প্রভৃতি দ্রব্য অপরিচালক।

১৫৯। তড়িৎ প্রতিরোধক। যে সকল দ্রব্য তড়িৎ গতির বাধা জন্মায় তাহাদিগকে তড়িৎ প্রতিরোধক বলে। তড়িৎ পরিচালক ও তড়িৎ অপরিচালক দ্রব্য মাত্রই তড়িৎ প্রতি-রোধক। তড়িৎ প্রতিরোধক পদার্থে পরিবৃত হইলে তড়িৎ পরিচালক ধাতু দ্রব্যও তড়িৎ বিশিষ্ট হইয়া থাকে। ধাতু দণ্ড ঘর্ষণ করিলে উহা যে তড়িৎ বিশিষ্ট হইতে দৃষ্ট হয় না, তাহার কারণ এই যে ধাতুদণ্ডে যেমন তড়িৎ উৎপন্ন হয়, অমনি উহা হস্তাদি দ্বারা পরিচালিত হইয়া ভূগর্ভে প্রবেশ করে। কাচ, রেশম, পশম, লাক্ষাদি দ্রব্য দ্বারা তড়িৎ প্রতি-রুদ্ধ বা অবরুদ্ধ হয়। এই নিমিত্ত কোন তড়িদ্বান দ্রব্য কাচের পায়া বিশিষ্ট কাষ্ঠাসনে কি লাক্ষা, কি ধূনা পিণ্ডের উপর স্থাপিত, কিম্বা রেশম সূত্র দ্বারা লম্বিত হইলে সহসা তড়িদ্বিহীন হয় না।

কাচকে ঘর্ষণ করিলে তড়িদ্বান হয়। পিত্তলদণ্ড ঘর্ষণ করিলে তড়িদ্বান হয় না। কিন্তু কাচের বাঁট বিশিষ্ট কোন পিত্তল দণ্ডের বাঁট ধরিয়া পিত্তলদণ্ডটি ঘর্ষণ করিলে উহা তড়িৎ সম্পন্ন হয়।

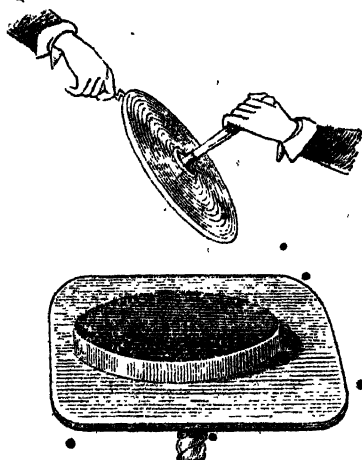
১৬০। সংশ্লিষ্ট তড়িৎ উৎপত্তির রীতি। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে, সকল দ্রব্যেই পর-তড়িৎ ও প্রধান-তড়িৎ সাম্যভাবে থাকে। যখন দুইটী দ্রব্য ঘর্ষণ করা যায় তখন এই সাম্যভাবাপন্ন তড়িৎ বিশ্লিষ্ট হইয়া পর-তড়িৎ ও প্রধান-তড়িতে পরিণত হয় এবং যে দুইটী দ্রব্যের পরস্পর ঘর্ষণে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহাদের একটী পর-তড়িৎ ও অপরটী প্রধান-তড়িৎ সম্পন্ন হয়। পশমীবস্ত্র খণ্ড দিয়া লাক্ষাদণ্ড ঘর্ষণ করিলে লাক্ষাদণ্ড প্রধান-তড়িৎ ও পশমীবস্ত্র পর-তড়িৎ সম্পন্ন হয়। রেশমীবস্ত্র খণ্ড দিয়া কাচদণ্ড ঘর্ষণ করিলে রেশমীবস্ত্র প্রধান তড়িৎ ও কাচদণ্ড পর-তড়িৎ বিশিষ্ট হয়। বস্ত্রের তড়িৎ আমাদের হস্ত দ্বারা পরিচালিত হইয়া যাওয়াতে উহার উপলব্ধি হয় না। কিন্তু ঘর্ষণ কালে তড়িৎ প্রতিরোধক বস্তু পরিবৃত হইলে উহাও যে তড়িৎ বিশিষ্ট হয় তাহা প্রমাণ করা যাইতে পারে।

সঙ্ঘর্ষণ নিবন্ধন যখন কোন বস্তু তড়িত্বান হয়, তখন সমুদয় তড়িৎ উহার উপরিভাগে ব্যাপিয়া থাকে। এই নিমিত্ত সমায়তন নিরেট ও ফাঁপা বর্ত্তুলাকার পাত্র সমমাত্রায় তড়িৎ ধারণ করিতে পারে। বর্ত্তুলাকার দ্রব্যের পৃষ্ঠভাগে তড়িৎ সমভাবে ব্যাপ্ত হইয়া থাকে, কিন্তু যে সকল দ্রব্যের অগ্রভাগ সূক্ষ্ম তাহাদের অগ্রভাগেই তড়িতের আধিক্য দৃষ্ট হয়। কোন দ্রব্যের উপরিভাগে যত অধিক তড়িৎ সঞ্চিত হয় ততই উহা সন্নিকৃষ্ট বস্তুর অভিমুখে যাইতে চেষ্টা করে; কখন কখন চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ুরাশির অপরিচালকতা ও তড়িৎ প্রতিরোধকতা গুণ সত্ত্বেও তন্মধ্য দিয়া সন্নিকৃষ্ট বস্তুর অভিমুখে কড় কড় শব্দে জ্যোতিঃ প্রকাশ করতঃ গমন করে।

সূক্ষ্মাগ্র দ্রব্যের মুখ হইতে সমধিক তড়িৎ বিক্ষেপ হইয়া থাকে।

১৬১। তড়িৎ শক্তির সঞ্চার। তড়িত্বান দ্রব্য হইতে তড়িৎ পরিচালিত হইয়া অন্য দ্রব্যে গেলে তাহাও তড়িত্বান হইয়া উঠে।* কিন্তু কোন কোন অবস্থায় তড়িৎ-সম্পন্ন দ্রব্য হইতে কিছুমাত্র তড়িৎ পরিচালিত হইয়া না আসিলেও তৎসন্নিহিত দ্রব্য তড়িৎ-সম্পন্ন হয়। যে ক্রিয়া বশতঃ তড়িৎ সম্পন্ন দ্রব্য দ্বারা সমীপস্থ দ্রব্যে তড়িৎ সঞ্চার হয় তাহার নাম তড়িৎ-সঞ্চারণ। তড়িৎ প্রতিরোধক আধারস্থিত তড়িৎ পরিচালক পদার্থ সকল তড়িত্বান দ্রব্যের সান্নিধ্য বশতঃ তড়িৎবস্তু হয়। এইরূপে যে সকল বস্তু তড়িৎবস্তু হয়, তাহাদের যে প্রান্তটী তড়িত্বান দ্রব্যের নিকটবর্ত্তী, তাহাতে তাহার বিজাতীয় ও যে প্রান্তটী দূরবর্ত্তী তাহাতে তাহার স্বজাতীয় তড়িৎ সঞ্চার হয়। তড়িত্বানদ্রব্যের তড়িৎ কর্ত্তৃক সন্নিহিত দ্রব্যের সাম্যভাবাপন্ন তড়িৎ পৃথগ্‌ভূত হইয়া স্বজাতীয় তড়িৎ বিপ্রকৃষ্ট ও বিজাতীয় তড়িৎ আকৃষ্ট হওয়াতে এই রূপ হইয়া থাকে। দ্রব্যটীকে ধাতুনির্ম্মিত তার দিয়া মৃত্তিকার সহিত যোগ করিলে উহাতে বিজাতীয় তড়িত মাত্র থাকে। পরিচালন ও সঞ্চারণ এই উভয় ক্রিয়াদ্বারা দ্রব্যসকল তড়িৎ শক্তি সম্পন্ন হয়, পরন্তু পরিচালন স্থলে সদৃশ বা সমতড়িৎ ও সঞ্চারণ স্থলে বিসদৃশ বা বিষমতড়িৎ সম্পন্ন হয়।

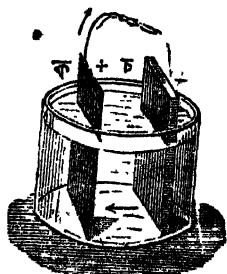
১৬২। তড়িজ্জনক যন্ত্র। সঙ্ঘর্ষণ দ্বারা তড়িৎ সমুৎপাদনার্থ নানাবিধ সুকৌশল-সম্পন্ন যন্ত্র বিনির্ম্মিত হইয়াছে। তৎসমুদায় বহুমূল্য। এজন্য নিম্নে একটী সুলভ যন্ত্রের বিবরণ প্রদত্ত হইল।

জতু, অর্থাৎ গালা ও সর্জ্জরস অর্থাৎ ধুনা ইত্যাদি দ্রব্য দ্রব করিয়া তাহা ঘনীভূত হইয়া পিষ্টকাকার ধারণ করিলে একখানি পিতলের থালার উপর রাখ; তৎপরে তদপেক্ষা আর একখানি ক্ষুদ্র থালার পৃষ্ঠে একটী ভাঙ্গা বোতলের মুখ গালা দিয়া সংযুক্ত কর, তদনন্তর একখানি ফ্লানেল কি কম্বলের টুকরা দিয়া লাক্ষাপিষ্টকের উপর কয়েকবার সবলে আঘাত কর। তৎপরে আবরণ পাত্রটী উহার উপর রাখ। পশমী বস্ত্রের আঘাতে ঘনীভূত লাক্ষাসর্জ্জরস পিণ্ড পরা-তড়িৎ বা প্রধান

তড়িৎ সম্পন্ন হয়। এই প্রধান তড়িৎ দ্বারা আবরণের সাম্য-ভাবাপন্ন তড়িৎ পৃথগ্‌ভূত এবং আকৃষ্ট ও প্রত্যাকৃষ্ট হইয়া পর-তড়িৎ আবরণের নিম্নভাগে ও পরাতড়িৎ উহার উপরিভাগে গমন করে। এক্ষণে উহার উপরিভাগ অঙ্গুলি দ্বারা স্পর্শ করিলে পরা-তড়িৎ শরীর দ্বারা চালিত হইয়া মৃত্তিকায় যায় এবং আবরণটী শুদ্ধ পর তড়িৎ সম্পন্ন থাকে। তৎপরে আবরণ পাত্রটী তুলিয়া লইয়া তাহার নিকট অঙ্গুলি ধরিলে হস্তের পরা

তড়িৎ ও আবরণের পর তড়িৎ সংযোগ অগ্নিস্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয়। বারম্বার এইরূপে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন করা যাইতে পারে।

রাসায়নিক সংযোগ সম্ভূত তড়িৎ।

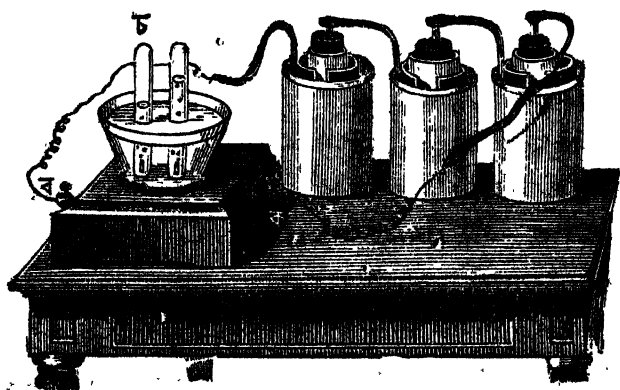
জড়দ্রব্য সকলের পরস্পর সঙ্ঘর্ষণ বশতঃ যে তড়িৎ উৎপন্ন হয় তৎসম্বন্ধে স্থূল স্থূল কয়েকটী কথা বলা হইল, এক্ষণে রাসায়নিক সংযোগ নিবন্ধন যে তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাহার সম্বন্ধে দুই একটী কথা বলা যাইতেছে।

১৬৩। তড়িৎ কোষ। যদি একটী পাত্রে কিঞ্চিৎ গান্ধকিক অম্ল বা গন্ধক দ্রাবক মিশ্রিত জল রাখিয়া তাহাতে একখণ্ড তাম্র ও এক খণ্ড দস্তার কিয়দংশ নিমগ্ন করিয়া রাখা যায়, তাহাহইলে কোন বৈচিত্র্য দৃষ্ট হয় না। কিন্তু উহারা পরস্পরকে স্পর্শ করিবামাত্র, তাম্র ফলকের নিকট বুদ্ বুদ্ দৃষ্ট হয় এবং অজনক বায়ু উঠিতে থাকে। গান্ধকিক অম্লে দস্তা দ্রব হওয়াতে উহার অজনক বিমুক্ত হয় বলিয়া এরূপ দৃষ্ট হয়। তাম্র খণ্ড ও দস্তাখণ্ডের অধোদেশ জলমধ্যে সংস্পৃষ্ট হইলেও এইরূপ হইয়া থাকে। উহাদের ঊর্দ্ধদেশ জলের বাহিরে সংস্পৃষ্ট হইলেও এইরূপ হইয়া থাকে। উহাদের অগ্রভাগে ধাতুময় তার সংযোজন করিয়া যোগ করিয়া দিলেও এইরূপ হইয়া থাকে। অম্লাক্ত জলে দস্তা যত দ্রব হয় ততই তড়িৎ প্রবাহিত হইতে থাকে। পরীক্ষা দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে এইরূপ স্থলে তাম্র ফলক

সংযুক্ত তার পর তড়িৎ সম্পন্ন ও দস্তা ফলক সংযুক্ত তার পরা তড়িৎ বিশিষ্ট হয়। এই দুই তড়িৎ অবিরত উৎপন্ন হইয়া অবিরত পরস্পরের সহিত মিলিত হওয়াতে তার দিয়া একটী তড়িৎ প্রবাহ প্রবাহিত হয়। এই প্রবাহ দস্তার নিকট উৎপন্ন হইয়া অম্লাক্ত জল দিয়া তাম্রে, তাম্র হইতে তৎসংলগ্ন তারে, ঐ তার হইতে দস্তা সংলগ্ন তারে, তৎপরে দস্তায় আসিয়া উপনীত হয়। এই রূপ যন্ত্রকে তড়িৎ কোষ বলা যায়। তড়িৎ কোষ মধ্যে যে ধাতু খণ্ড সমধিক দ্রব হয় তাহাকে পরফলক বা জনক ফলক এবং যে ধাতু খণ্ড অতি অল্প পরিমাণে দ্রব হয় তাহাকে অপর ফলক বা ধারক ফলক বলা যায়। পূর্ব্বে যে তড়িৎ কোষের বিষয় লিখিত হইল তাহাতে দস্তা পর ফলক ও তাম্র ধারক ফলক। পর বা জনক ফলক সন্নিধানে তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া অম্লাক্ত জল দিয়া অপর ফলকে ও অপর ফলক হইতে তার দিয়া পর ফলকে উপনীত হয়।

এই যে তড়িৎ প্রবাহের কথা বলা হইল এটী পর তড়িৎ প্রবাহ। অনেকে অনুমান করেন পরা তড়িৎ ইহার বিপরীত দিকে চলে, অর্থাৎ তাম্র হইতে অম্লাক্ত জল হইয়া দস্তায় ও দস্তা হইতে তৎসংসৃষ্ট তারে, ঐ তার হইতে তাম্র সংসৃষ্ট তারে ও তাহা হইতে তাম্রের দিকে প্রবাহিত হয়। যদি তাম্র ও দস্তা ফলক সংযুক্ত তার সংসৃষ্ট না থাকিয়া কিঞ্চিৎ অন্তরে থাকে, তাহা হইলে তাম্র সংসৃষ্ট তারের অগ্রভাগে পর তড়িৎ ও দস্তা-সংযুক্ত তারের অগ্রভাগে পরা তড়িৎ সঞ্চিত হইতে থাকে। এই দুইটী তারের প্রান্তভাগকে তড়িৎ কোষের মেরু বলা যায়।

যে প্রান্ত পর-তড়িৎ সম্পন্ন তাহাকে পর মেরু ও যাহা অপর তড়িৎ সম্পন্ন তাহাকে অপর মেরু বলা যায়।

১৬৪। তড়িৎ কোষাবলী বা তড়িৎ কোষ সজ্জ। একটি মাত্র তড়িৎ কোষ হইতে যে প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাহা অতি দুর্ব্বল। প্রবল প্রবাহ উৎপাদন করিতে হইলে অধিক সংখ্যক তড়িৎ কোষ একত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই রূপে যখন একাধিক কোষ ব্যবহৃত হয় তখন প্রথমটীর দস্তা ফলকের সহিত দ্বিতীয়টীর তাম্র ফলক, দ্বিতীয়টীর দস্তা ফলকের সহিত তৃতীয়টীর তাম্র ফলক, ইত্যাদি ক্রমে সংযুক্ত করিয়া শেষেরটীর দস্তার সহিত প্রথমটীর তাম্র ফলক তার দিয়া সংযুক্ত করা যায়।

তড়িৎ কোষ ও তড়িৎ কোষাবলী অনেক প্রকার আছে। বাহুল্য ভয়ে সে সকলের বিবরণ এস্থলে লিখিত হইল না।

তড়িৎ কোষাবলী দ্বারা কিরূপে জলকে বিশ্লিষ্ট করিয়া অম্লজনক ও অজনকে পরিণত করা হয় তাহা এই চিত্রে প্রদর্শিত হইল।

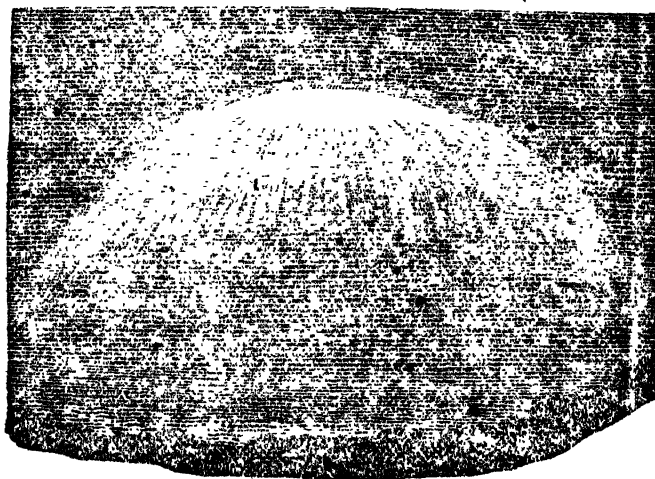
১৬৫। বায়বীয় তড়িৎ। আমাদের এই পৃথিবী যে বায়ুরাশি দ্বারা পরিবেষ্টিত তাহাতে সর্ব্বদাই তড়িৎ বিদ্যমান আছে। কেহ কেহ বলেন ভূপৃষ্ঠের সহিত বায়ুরাশির সংঘর্ষণ বশতঃ এই তড়িৎ উৎপন্ন হয়, কেহ বলেন জলরাশি হইতে বাষ্প-নিঃসরণ বশতঃ বায়ুরাশি তড়িৎ বিশিষ্ট হয়, কেহ কেহ বা ইহার অন্যান্য কারণ নির্দ্দেশ করিয়া থাকেন। যাহা হউক, এই সমস্ত কারণ একত্র হইয়া বায়ুরাশিকে তড়িৎ সম্পন্ন করে ইহাও বিচিত্র নহে। নীরদশূন্য নীলবর্ণ নির্ম্মল অনিলরাশিতে পর তড়িতের অস্তিত্ব উপলব্ধি হয় এবং গগণমণ্ডল মেঘাচ্ছন্ন হইলে বায়ুরাশিতে কখন পর তড়িৎ ও কখন অপর তড়িতের সত্ত্বা অনুভূত হয়।

১৬৬। বিদ্যুৎ ও বজ্র। তড়িত্বান মেঘ হইতে যে জ্যোতিঃ প্রকাশ হয়, তাহাকেই আমরা বিদ্যুৎ বলি। দুইটী মেঘের একটী যদি অধিক পরিমাণে পর-তড়িৎ ও অন্যটী যদি অধিক পরিমাণে অপর তড়িৎ বিশিষ্ট হয়, তাহা হইলে এই দুই তড়িৎ যখন মিলিত হয় তখন বিদ্যুৎ প্রকাশ হইয়া থাকে। বিদ্যুৎ প্রকাশের সময় বায়ুমণ্ডল কখন কখন আন্দোলিত হইয়া শব্দ পরম্পরা উৎপাদন করে; এই শব্দ পরম্পরাকেই আমরা বজ্রধ্বনি বলি। আলোকের বেগ অপেক্ষা শব্দের বেগ অল্প। এই জন্য বিদ্যুৎ প্রকাশের কিয়ৎক্ষণ পরে বজ্র ধ্বনি শ্রুত হয়। কখন কখন তড়িত্বান মেঘ ভূপৃষ্ঠের অপেক্ষাকৃত নিকটবর্ত্তী হইলে তড়িৎ সঞ্চারণ বিষয়ক নিয়মানুসারে ভূপৃষ্ঠে মেঘস্থিত তড়িতের বিপরীত ধর্ম্মাক্রান্ত তড়িতের সঞ্চার হয়। এইদুই তড়িৎ সমধিক

হইতে যখন তাহারা বিদ্যুজ্জ্যোতিঃ প্রকাশ ও বজ্রধ্বনি সহকারে পরস্পরের সহিত মিলিত হয় তখন আমরা বলি যে বজ্রপাত হইল। বাস্তবিক কিন্তু মেঘ হইতে কিছুই পতিত হয় না।

১৬৭। বজ্র বারক। অনেকেই অবগত আছেন, কোন কোন বৃহৎ বৃহৎ অট্টালিকার গায়ে তদপেক্ষা উচ্চ স্থূল লৌহ দণ্ড লাগান থাকে। এই দণ্ডের নিম্ন ভাগ মৃত্তিকাতে প্রোথিত এবং ইহার অগ্রভাগ সূক্ষ্ম। অট্টালিকারউপর দিয়া যদি কোন তড়িদ্বান মেঘ চলিয়া যায় তাহা হইলে সেই মেঘের তড়িতে অট্টালিকা ও তন্নিম্নস্থ মৃত্তিকায় যে তড়িৎ সঞ্চার হয় এতদুভয়ের পরিমাণ অধিক হইলে তাহাদের মিলন কালে অট্টালিকা ভগ্ন ও বিদীর্ণ হইবার সম্ভাবনা। কিন্তু এইরূপ সূক্ষ্মাগ্র উচ্চ লৌহ দণ্ড উহার সন্নিকটে মৃত্তিকায় প্রোথিত থাকাতে উহার সূক্ষ্মাগ্রে তড়িৎ সঞ্চিত হয় এবং ঐস্থানে উভয়বিধ তড়িতের সম্মিলন হয়। ইহাতে অট্টালিকার কোন অনিষ্ট হয় না। অট্টালিকা আদৃশ বৃহৎ হইলে একাধিক এইরূপ সূক্ষ্ম লৌহ দণ্ড সংযুক্ত করিয়া রাখিতে হয়। বজ্র নিবারক ও বিদ্যুৎ পরিচালক এই রূপ সূক্ষ্মাগ্র লৌহ দণ্ডকে বজ্রবারক ও বিদ্যুৎ পরিচালক বলে।

১৬৮। মেরু প্রভা। পৃথিবীর মেরুদেশে নভোমণ্ডলে এক প্রকার অপূর্ব্ব আলোকচ্ছটা দৃষ্ট হয়, তাহাকে মেরুপ্রভা বলে। সুমেরু ও কুমেরু উভয় মেরুতেই এই ব্যাপার দৃষ্ট হয়, কিন্তু কুমেরু প্রদেশ অপেক্ষা সুমেরু প্রদেশেই সমধিক দৃষ্ট হইয়া থাকে। কেহ কেহ অনুমান করেন, পৃথিবীর শক্তি

তড়িৎ ও বায়ুমণ্ডলের পর তড়িৎ এই দুই প্রকার তড়িৎ সম্মিলনে এই প্রকার প্রভা উৎপন্ন হয়। সে যাহা হউক, ইহার তুল্য বিচিত্রব্যাপার ভূমণ্ডলে অতি বিরল। স্কন্ধনাভ প্রভৃতি সুমেরু সন্নিহিত প্রদেশে সন্ধ্যাসমাগমে এই প্রকার অপূর্ব্ব আলোকে গগণ মণ্ডল আলোকিত হয়। ক্ষণে ক্ষণে ইহা নানা বর্ণ ধারণ করে; কখন পীত, কখন হরিৎ, কখন বা উজ্জ্বল ধূমল বর্ণ কিরণচ্ছটায় আকাশ মণ্ডল সমুজ্জ্বল হয়।

শাস্ত্রকারেরা বলেন দেবতাদিগের দেহ হইতে এক প্রকার জ্যোতিঃ উত্থিত হইয়া তাঁহাদের শিরোদেশে ছটার ন্যায় শোভা পায়। একি সেই অনন্ত আকাশ মূর্ত্তি ভগবান অনন্তদেবের বক্ষঃস্থল বিলাসিনী ভগবতী বসুমতী দেবীর দেহ বিনির্গত জ্যোতিঃ নানা বর্ণে রঞ্জিত হইয়া তদীয় শিরোপরি তেজোময়ী ছটা স্বরূপে শোভা

পাইতেছে! বাস্তবিকও দেখিলে বোধ হয় যেন বসুন্ধরা শিরোদেশে রত্নময়ী ছটা সমন্বিত মুকুট পরিধান করিয়া অনন্ত আকাশে বিরাজ করিতেছেন। সুমেরু প্রদেশে বৎসরে একবার দিবা ও একবার রাত্রি হয়। ক্রমাগত ষণ্মাস ধরিয়া সূর্য্য আকাশমণ্ডলে বিরাজ করেন এবং আর ষণ্মাস ধরিয়া ক্রমাগত সূর্য্যের উদয় অস্ত দৃষ্ট হয় না। যখন ছয়মাস ধরিয়া গগণমণ্ডলে সূর্য্যোদয় দৃষ্ট হয় না, সেই সময়ে এই মেরুপ্রভা বা মেরুক আলোকচ্ছটা দ্বারা সৌর প্রভার অসদ্ভাব কিয়ৎ পরিমাণে বিমোচিত হয়।

১৬৯। তড়িৎশক্তির কার্য্য। বায়বীয় তড়িৎ হইতে বিদ্যুৎ ও বজ্র সমুৎপন্ন হয়। সঙ্ঘর্ষণজ তড়িৎ সম্পন্ন বস্তু সন্নিধানে হস্তাদি ধৃত হইলে অগ্নি স্ফুলিঙ্গ দৃষ্ট হয় এবং তড়িৎকোষাবলীর তারদ্বয়ের মেরু সন্নিধানে তেজঃ ও জ্যোতিঃ প্রকাশ হইয়া থাকে। অধুনা যে সকল বিদ্যুদ্দীপ ব্যবহৃত হইতেছে কোষাবলীর তারদ্বয়ের প্রান্তভাগে এক এক খণ্ড অঙ্গার সংযোগ করিয়া তাহা প্রস্তুত করা হইয়া থাকে। সঙ্ঘর্ষণজ তড়িৎ স্ফুলিঙ্গ দ্বারা মিশ্রিত বায়বীয়পদার্থ সকল সংযুক্ত ও জলাদি সংযুক্ত পদার্থের উপাদান সকল বিশ্লিষ্ট হয়। তড়িৎ কোষ সম্ভূত প্রবহমাণ তড়িৎ দ্বারা নানাবিধ সংযুক্ত দ্রব্য বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। বায়বীয় তড়িৎ সম্ভূত বজ্র দ্বারা জীবাদি আহত ও নিহত হয়। সঙ্ঘৃষ্ট তড়িৎ সম্পন্ন যন্ত্র স্পর্শে শরীরে এক প্রকার আঘাত লাগে এবং যন্ত্রটী তাদৃশ পরাক্রান্ত হইলে সময়ে সময়ে ঐ আঘাত সাংঘাতিক হইয়া উঠে। প্রবহমান তড়িৎ সমুৎপাদক কোষাবলীর তারদ্বয়ের স্পর্শেও ঐরূপ আঘাত লাগিয়া থাকে এবং

কোষাবলী যদি সমধিক প্রবল হয় তাহা হইলে, বজ্রাঘাতের ন্যায় ঐ আঘাতেও জীবগণ মৃত্যুমুখে পতিত হয়।

সঙ্ঘর্ষণজ তড়িৎ ও রাসায়নিক সংযোগ জনিত তড়িৎ এই উভয় বিধ তড়িৎ প্রভাবে ইস্পাত অয়স্কান্তের গুণ প্রাপ্ত হয়। কোষাবলী সম্ভূত তড়িদ্বহ তার সন্নিধানে চুম্বক শলাকা ধৃত হইলে উহা তাহার সহিত লম্বভাবে অবস্থিত হয়। অতএব স্বীকার করিতে হইবে তড়িৎ শক্তি প্রবাহের দিক ও অয়স্কর্ষণী শক্তি প্রবাহের দিক পরস্পর লম্বভাবে অবস্থিত। কেহ কেহ বলেন সৌরতাপে ভূগর্ভে একটী তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া পূর্ব্ব পশ্চিমাভিমুখে ধাবিত হয় এবং ঐ তড়িৎ প্রবাহ দ্বারা একটা অয়স্কর্ষক প্রবাহ সমুৎপন্ন হইয়া উত্তর দক্ষিণাভিমুখে ধাবিত হয়। এই কারণ পৃথিবীর উত্তর ও দক্ষিণ প্রান্তে অয়স্কান্তের ধর্ম্ম লক্ষিত হয়।

এক্ষণে দৃষ্ট হইতেছে, তড়িৎ নামক এই অদ্ভুত শক্তি আকর্ষণ ও বিকর্ষণ গুণ সম্পন্ন। এই নিমিত্ত ইহা দ্বারা জড় দ্রব্য আকৃষ্ট ও প্রত্যাকৃষ্ট হয়। প্রতিযোগী তড়িৎ দ্বয়ের সম্মিলনে সময়ে সময়ে তেজঃ ও জ্যোতিঃ প্রকাশ হইয়া থাকে; ইহা দ্বারা ইস্পাতে অয়স্কর্ষণী শক্তির সঞ্চার হয়; ইহা দ্বারা জড় দ্রব্য সময়ে সময়ে বিদীর্ণ ও বিভগ্ন হইয়া যায়; ইহা দ্বারা অনেক স্থানে অসংযুক্ত জড় পদার্থ সংযুক্ত ও সংযুক্ত জড়পদার্থে বিযুক্ত হয় এবং ইহা দ্বারা জীবগণ কখন রোগমুক্ত, কখন আহত ও কখন বা নিহত হয়।

এই তড়িৎ শক্তি প্রভাবে যে কত আশ্চর্য্য কার্য্য সাধিত হইতেছে তাহার সংখ্যা করা দুঃসাধ্য। ইহা দ্বারাই

তারযোগে সুদূরস্থিত জনগণ নিমেষ মধ্যে পরস্পরের সংবাদ প্রাপ্ত হইতে সমর্থ হইয়াছে। ইহা দ্বারাই সূর্য্য-প্রভা সদৃশ প্রভাসম্পন্ন প্রদীপ সমূহ প্রস্তুত করিবার প্রণালী প্রকাশ করিয়া তিমিরময়ীরজনীতে দিবালোকের ন্যায় উজ্জ্বল আলোক সম্ভোগে সক্ষম হওয়া গিয়াছে এবং ইহা দ্বারাই ইতিমধ্যে জলে জলযান ও লৌহবর্ত্মে লৌহযান পরিচালিত হইতেছে। কালে যে ইহাদ্বারা আরও কত অপূর্ব্ব কাণ্ড সকল সাধিত হইবে তাহা কে বলিতে পারে। বোধ হয় যেন জড়বিজ্ঞানবিৎগণের উপাসনায় পরিতুষ্ট হইয়া তাঁহাদিগকে অভীষ্ট বর প্রদানার্থ প্রকৃতি দেবী তড়িন্ময়ী মূর্ত্তি পরিগ্রহ করিয়া তাঁহাদের সম্মুখে সমুপস্থিত হইয়াছেন। ফলতঃ জড়পদার্থতত্ত্ববেত্তারা তড়িৎ নাম্নী যে শক্তি লাভ করিয়াছেন, বোধ হয়, তাহা হইতেই তাঁহাদের মনোরথ সম্পূর্ণ সফল হইবে।

সম্পূর্ণ।